農事試驗場歐文報告

第二卷第一號

THE BULLETIN

OF THE

IMPERIAL CENTRAL AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION

JAPAN.

Vol. II. No. 1.

NISHIGAHARA, TOKIO.
MARCH, 1914.

農事試驗場歐文報告

第二卷第一號

THE BULLETIN

OF THE

IMPERIAL CENTRAL AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION

JAPAN.

Vol. II. No. 1.

NISHIGAHARA, TOKIO.

MARCH, 1914

Ueber saure Mineralböden.[1]

Von

G. DAIKUHARA.

EINLEITUNG.

Seit langem ist es bekannt, dass viele Böden eine saure Reaktion auf Lackmus zeigen, und man führte dies meistens mit Recht auf die vorhandenen Humussäuren zurück. In anderen Fällen liess sich nachweisen, dass die saure Reaktion von der Oxydation von kleinen Teilchen Schwefelkies oder von der fortgesetzten Anwendung gewisser Düngesalze, vor allem $(NH_4)_2SO_4$, K_2SO_4, &c. (der sogenannten *physiologisch sauren* Salze), auf kalkarmen Böden herrührte. Manchmal wird die saure Reaktion des Bodens durch saure Dämpfe von Vulkanen erzeugt[2], oder saure heisse Quellen, oder durch das erste Gärungsstadium organischer Düngemlttel,[3] wie Gründüngung, Stroh, Oelkuchen, jungen Stallmist etc.

Manche kolloidale Substanzen absorbieren hauptsächlich die positiven Ionen und setzen dadurch die Säuren vorhandener Salze und, wenn auch in geringem Masse, diejenigen neutraler Salze in Freiheit. Zu kolloidalen Substanzen der genannten Eigenschaft gehören die Humussubstanzen in der Ackererde, ferner Kieselsäuregel, kolloide Tone u.s.w., wie *van Bemmelen* u. A. vielfach durch ihre Untersuchungen bewiesen haben.

---

1) Vorläufige Mitteilung dieses Artikels von Prof. Dr. *Y. Kozai:* Chem. Zeitung. 1908, 98, 1189.

2) *W. Maxwell* beobachtete z. B., dass der aus den Rissen des Vulkans *Kilauea*, Hawaii, aufsteigende Dampf 4.92% Schwefelsäure, aber keine Spur Salzsäure enthält. (Rept. of Work of Expt. Stat. of the Hawaian Sugar Planters Association, Special Bulletin, A. 1905, 10.)

3) *Takaishi, Tazaki* u. *Imai* hatten in Tokio beobachtet, dass im ersten Stadium der Gärung des Sojabohnen-Kuchens und anderen Gründüngers (Astragalus lotoides), Ameisensäure. Essigsäure und etwas Milchsäure entstanden.

Ramann[1] nennt die bisher als „saure Böden" bezeichneten „absorptiv ungesättigte Böden" und führt weiterhin aus: „Es sind Böden humider Gebiete, reich an Humus oder kolloidem Ton, die gebläutes Lackmuspapier röten und aus den Lösungen von Neutralsalzen wechselnde Mengen von Säuren frei machen." Diese Behauptung ist aber nicht ganz den Tatsachen entsprechend, wie der Verfasser durch seine Untersuchungen beweisen kann, und über deren Resultate er im Nachfolgenden berichten wird.

Es gibt noch einen allgemeinen Fall, der bisher nicht beschrieben,[2] und der vom Verfasser einem eingehenden Studium unterworfen wurde. In manchen Böden ist nämlich eine gewisse Menge durch kolloide Substanzen absorbierter Tonerde- bezw. Eisenverbindungen vorhanden, die beide auf Lackmus sauer reagieren.

Werden solche Böden, welche frei von Humus sind, mit Wasser gewaschen, so bleibt die Acidität völlig erhalten, nichts davon geht in Lösung über. Wird aber eine neutrale Salzlösung, wie z. B. KCl, K_2SO_4, KNO_3, NaCl &c. zugesetzt, so kann sofort eine saure Reaktion der Lösung nachgewiesen werden. Zugleich lässt sich in dieser Lösung Tonerde resp. Eisen nachweisen. Ein solcher Boden gibt deshalb nach Düngung mit neutralen Kalium- bezw. Ammoniumsalzen einen noch schlechteren Ertrag als ohne Kalium- oder ohne Ammoniumsalze.

Zahlreich sind die Beobachtungen über saure Böden in Nordamerika[3]), und die Vermutung, dass nicht immer Humussäuren dieser Reaktion zu Grunde liegen, sondern sauer reagierende, durch Kolloide absorbierte Tonerde- und Eisen-Verbindungen, dürfte sich wohl in vielen Fällen bestätigen.

---

1) *E. Ramann*: Bodenkunde 3. Aufl. S. 242.

2) *W. Detmer* (Landw. Versuchsstationen, 14, 277) und *Hübner* (Schulze, Lehrbuch d. Chemie für Landwirte, vierte Auflage, 588–589) beobachteten indessen eine saure Reaktion in manchen sandigen Böden.

3) *Rhode-Island* (*H. J. Wheeler:* 6th, 8th, 9th and 13th Ann. Repts. Agric. Expt. Stat. Rhode-Island), *Florida* (*A. W. Blair* and *E. J. Macy:* Fl. Expt. Stat. Bull 93, 1908.), *Oregon* (*A. W. Shaw:* Oreg. Expt. Stat. Rept. 1898, 38–55), *Ohio.* (*C. E. Thorne:* Expt. Stat. Rec. XXII. 2,330), *Wisconsin* (Science, 1907, 412) etc.

Der Verfasser hat zum ersten Mal ein Interesse an der Reaktion des Bodens genommen, als er im Jahre 1907 einen Kalidüngungs-Versuch an drei verschiedenen Böden mit Gerste ausgeführt hatte.

Während zwei Tonböden einen guten Erfolg der Düngung ergeben hatten, zeigte ein Granitsandboden aus *Sumiyoshi* bei *Kobe* eine sonderbare Erscheinung. Die Keime kamen nicht zur Entwicklung, und wiederholtes Säen hatte keinen besseren Erfolg. Zuletzt aber wurde mit Roggen ein schwaches Wachstum erzielt. Es war hierbei sehr auffallend, dass die Zinktöpfe, welche diesen Sandboden enthielten und mit $(NH_4)_2SO_4$, Na_2HPO_4 und KCl gedüngt waren, allmählich angegriffen und zuletzt an verschiedenen Stellen durchlöchert wurden. Derselbe sandige Boden wurde zufällig für andere Versuche gebraucht, in dem der Verfasser folgende sonderbare Kalkwirkung beobachtete:

	Durchschnittliche Ernte per Topf in g.			Proportions-Ernte
	Körner	Stroh	Gesamt-Ernte	
a) Ohne Dünger.	0	2.45	2.45	3.0
b) Mit $(NH_4)_2SO_4$, Na_2HPO_4 u. KCl ...	0	0.48	0.48	0.6
c) Mit dito $+CaCO_3$	27.10	54.51	81.70	100.0

Das obige Resultat zeigt nicht nur die enorme Wirkung des Kalks, sondern auch die sehr schädliche Wirkung des salzigen Düngers in diesem Boden. Die weitere Prüfung ergab nun, dass dieser Boden eine starke saure Reaktion hatte, trotzdem er sehr arm an Humus war. Daraufhin untersuchte der Verfasser noch andere zahlreiche Böden und fand die Vermutung bestätigt, dass es in Japan und Korea viele solcher saurer Böden gibt, wie folgende Tabellen zeigen.

(Siehe die Tabellen auf S. 4 u.f.)

Es ist auffallend, dass 80–93% der geprüften japanischen Böden und 78% der geprüften koreanischen Böden eine saure Reaktion hatten, und dass von diesen Böden über 50% (japanische Böden 51–66%, koreanische Böden 64%) mindestens zum Teil ihre Acidität den durch Kolloide

absorbierten Tonerde- oder Eisenverbindungen verdanken, während chinesische, südoceanische und europäische Böden nur wenig oder gar keine saure Reaktion zeigen. Dieser grosse Unterschied wurde wahrscheinlich durch die Verschiedenheiten geologischer Gestaltung, des Klimas und der Düngemittel hervorgerufen.

Reaktion des Bodens auf Lackmus-Papier.

Länder	Bodenarten	Zahl der Boden-prüfungen	Saure Böden				Böden		Prozente der sauren Böden
			Stark	Mässig	Schwach	Summe	Neutral	Alkalisch	
Japan	Jungfräuliche Böden	917	97	243	398	738[1]	169	10[2]	80
	Feldböden	167	55	70	31	156	6	5	93
Korea	Jungfräul. Böden	162	7	74	45	126	16	20	78
China	Jungfräul. Böden	19	0	2	0	2	2	15	11
Java u. Philippin.	Feldböden	13	0	0	0	0	10	3	0
Europa[3]	Feldböden	25	0	0	3	3	6	16	12

1) Nur in zwei Fällen beobachtete der Verfasser, dass die Acidität auf saurem Sulphat beruhte.

2) Diese alkalischen Böden kamen alle von den *Liu-choo* Inseln, welche Korallen ihren Ursprung verdanken.

3) Die untersuchten Böden sind dem Museum des landw. chem. Instituts der kaiserl. Universität Tokio entnommen; davon stammen 11 aus Belgien, 6 aus Deutschland, 2 aus Oesterreich, 3 aus Italien und 3 aus der Schweiz.

Der Verfasser hatte Gelegenheit gehabt, in der landw. Hochschule zu Berlin Böden aus Schlesien und Deutsch-Ostafrika zu untersuchen. Er fand, dass es unter diesen Böden auch viele saure gab, die sich genau so verhalten wie die japanischen sauren Böden, eine Tatsache, welche die folgende Tabelle illustriert:

Länder	Zahl d. Boden-Prüfungen	Saure Böden				Böden		Proz. der sauren Böden
		Stark	Mässig	Schwach	Summe	Neutral	Alkalisch	
Schlesien	142	26	29	18	73	0	69	51·4
Deutsch-Ostafrika .	73	12	30	12	54	18	1	74.0

Bei den meisten dieser sauren Böden tritt durch den Zusatz irgend einer neutralen Salzlösung sofort eine saure Reaktion in der überstehenden Flüssigkeit ein; zugleich lässt sich in derselben Tonerde bezw. Eisen nachweisen.

Die Reaktion des Extraktes nach Zusatz einer neutralen Kalisalzlösung zu dem Boden.[1]

Länder	Boden	Zahl der Bodenprüfungen	Saure Böden				Boden		Prozente der sauren Böden
			Stark	Mässig	Schwach	Summe	Neutral	Alkalisch	
Japan	jungfräuliche Böden	917	275	96	96	467	440	10	51
	Feldböden	167	38	46	27	111	51	5	66
Korea	jungfräuliche Böden	162	25	43	36	104	38	20	64
China	jungfräul. Böden	19	0	2	0	2	2	15	11
Java u. *Philippin.*	Feldböden	13	0	0	0	0	10	3	0
Europa	Feldböden	25	0	1	2	3	6	16	12

Weiter hat der Verfasser die Verbreitung des sauren Bodens in verschiedenen geologischen Formationen in Japan untersucht, mit folgendem Resultat:

Geologische Formationen	Zahl der Bodenprüfungen	Saure Böden			
		Auf Lackmus Papier.		Nach Behandlung mit K-Salzlösung	
		Zahl	Prozent %	Zahl	Prozent %
Paläozoische	31	27	87	17	55
Mesozoische...	27	26	96	21	78
Neozoische: Tertiär...	129	107	83	94	73
Neozoische: Quartär: Diluv.	170	147	86	82	48
Neozoische: Quartär: Alluv.	307	224	78	120	39

1) Ueber die Reaktion des Extraktes nach Zusatz der neutralen Salzlösungen auf den Boden siehe nächstes Kapitel: „Bestimmung der Bodenacidität."

So finden wir im allgemeinen mehr saure Böden in älteren Formationen, besonders solche, die nach Behandlung mit neutralen Kaliumsalzlösungen sauer reagieren.

Weiterhin wurde ein grosser Unterschied im Prozentsatz der sauren Böden aus sogenannten sauren und basischen Gesteinen, sowie der Böden aus vulkanischer Asche und Lava gefunden, wie folgende Tabelle zeigt:

Art des Mutter-Gesteins	Zahl der Bodenprüfungen		Zahl der sauren Böden		Prozent der sauren Böden	
	Japan	*Korea*	*Japan*	*Korea*	*Japan*	*Korea*
Saure Gesteine	96	41	65	38	68	93
Basische Gesteine	72	11	36	8	50	73
Lava und Asche	55	—	12	—	22	—

Es ist leicht erklärlich, dass von kieselsäurereichen, sauren Gesteinen stammende Böden zu einem grösseren Prozentsatz saure Reaktion zeigen, als die von basischen Gesteinen stammenden, und dass die aus recenter, noch nicht stark verwitterter Lava und Asche gebildeten Böden den mindesten Prozentsatz ergeben.

Der Verfasser hat dann die Eigenschaften und den Ursprung der Acidität des Bodens, den Nachweis und die Bestimmung der aus die durch kolloide absorbierten Tonerde- resp. Eisenverbindung stammenden Bodenacidität und die Beziehungen zwischen saurem Boden und Kalkfaktor untersucht. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist nachstehend genauer dargelegt.

UEBER DIE EIGENSCHAFT UND DEN URSPRUNG DER ACIDITÄT DES MINERALBODENS.

Es gibt in verschiedenen Gegenden Japans Böden, die wenig Humus enthalten und doch eine starke rote Reaktion auf Lakmus zeigen. Aber dieser saure Bestandteil ist nicht wasserlöslich; nur der Teil des blauen

Lackmuspapiers wird rot gefärbt, der feuchten Boden berührt. Ferner kann, wie schon in der Einleitung bemerkt, sofort eine saure Reaktion in der Lösung nachgewiesen werden, wenn eine neutrale Salzlösung, wie z. B. KCl, K_2SO_4, KNO_3, NaCl etc. zugesetzt wird.

Wenn manche von unseren stark sauren Böden mit Natriumcarbonatlösung gekocht werden, färbt sich das Filtrat nur etwas gelb und zeigt so Anwesenheit einer Spur von Humus. Die Acidität dieses Bodens wird sogar nach einer einstündigen Erhitzung auf 250°C nicht vernichtet. Sie verringert sich aber, wenn diese Böden einige Stunden der Weissglut ausgesetzt werden.

Sowohl der wässerige wie der alkalische Extrakt des Bodens zeigt nur eine sehr schwache Spur von SO_3 und Cl; deshalb kann man die Acidität nicht auf basisches Chlorid oder Sulphat des Aluminiums oder Eisens zurückführen.

Wenn diese sauren Böden mit Ammoniak oder Alkalilauge behandelt und nach dem Filtrieren und der Auswaschung bei 100°C getroknet werden, haben sie nicht mehr die Eigenschaft, blaues Lakmuspapier zu röten und ergeben auch mit neutralen Salzlösungen keine sauerreagierende Lösung mehr.

Die auf den ersten Blick auffallende Erscheinung, dass die Produktion an organischen Stoffen bei Getreide, Reis, Rettich u.a. in unseren sauren Böden, die mit $(NH_4)_2SO_4$ oder K_2SO_4 gedüngt worden, noch kleiner ist als die Produktion auf den ungedüngten Böden, stimmt genau mit unserer Beobachtung überein, dass nach Anwendung neutraler Düngesalze die Bodenlösung stark sauer wird.

Cornu hat in Tschermaks Min. u. Petrog. Mitteilungen von 1905 u. 1906 über die Reaktion der Mineralien geschrieben, und Mineralogen wie *Kergott*, *Rogers* und *Hoffmann* haben eine alkalische Reaktion verschiedener Silikate beobachtet. *Hoffmann* kommt zu dem Schluss, dass alle basischen und normalen Silikate die Monoxyd enthalten, eine alkalische Reaktion auf Lackmus zeigen, mit Ausnahme solcher, die hauptsächlich Magnesia enthalten. Solche Salze aber, die in Bezug auf SiO_2: RO, das Verhältnis von 3 : 1 übertroffen haben, zeigen keine alkalische Reaktion auf Lackmus.

Cornu hat die Reaktion auf Lackmus von 150 Mineralien untersucht und beobachtet, dass ein wasserhaltiges Silikat mit Namen Hibschit ($H_4CaAl_2Si_2O_{10}$) eine entschieden saure Reaktion zeigt, nach dem Glühen aber eine alkalische. Die saure Reaktion des Minerals ist nach Behandlung mit conc. Essigsäure und Auswaschung verstärkt.

Er hat weiter gefunden, dass einige Mineralien der Kaolingruppe z. B. Pyrophylit, Halloisit, Allophan, Rectorit und Pholerit, und einige Sorten von Glimmergruppen, Eisen- und Aluminiumphosphate, Hydroxyde und Opalgruppen saure Reaktion auf Lackmus zeigen.

In *Hintzes* Mineralogie finden wir die folgenden sauren Zeolithe verzeichnet.

Hydronephilit,	$HNa_2Al_3Si_3O_{12}+3\,H_2O$.
Laumontit	$H_4CaAl_2Si_4O_{14}+2\,H_2O$.
Faujasit	$H_4Na_2CaAl_4Si_{10}O_{30}+18\,H_2O$
Apophyllit	$H_2(Ca,K_2)Si_2O_6+H_2O$
Epistilbit	$H_4CaAl_2Si_6O_{18}+3\,H_2O$.

Tschermak[1] erklärt, dass diese Mineralien als saure Salze betrachtet werden müssen, in denen nur ein Teil des Wasserstoffes von der Polykieselsäure von Ca, Al oder Na ersetzt ist. Aber wir fanden keine Antwort auf die Frage, ob diese Zeolithe Lackmuspapier röten würden, obgleich man es nach der Analogie erwarten sollte.

Bei genauer Untersuchung von fein gepulvertem Heulandit aus *Island* und *Tyrol*, von Faujasit aus *Baden* und *Böhmen*, hat der Verfasser keine Spur von saurer Reaktion auf Lackmus beobachtet, obgleich ihren Formeln nach, wie oben bemerkt, diese Mineralien Hydroxylgruppen enthalten. Sieben Proben der Zeolithe aus verschiedenen Gegenden sind mit verdünnter Essigsäure behandelt und nach der vorsichtigen Auswaschung ist der Rest vor und nach der Behandlung mit einer neutralen K_2SO_4-Lösung auf die Reaktion auf Lackmus geprüft worden; folgende Tabelle zeigt das Resultat:

---

1) *Hintze*: Handbuch f. Mineralogie. II. S. 1655.

Reaktion der Zeolithe.

Zeolithe[1]	Reaktion von		
	Orig. Mineralien	Nach der Behandlung mit Essigsäure	Extrakt desselben Restes mit K_2SO_4 Lösung.
Heulandit (*Thyrol*)	neutral	sauer	sauer
Heulandit (*Island*)	do.	do.	stark sauer
Faujasit (*Böhmen*)	do.	do.	stark sauer
Mesolit (*Böhmen*)	do.	do.	stark sauer
Chabasit (*Oberstein*) ...	do.	do.	stark sauer
Natrolit (*Böhmen*)	do.	schwach sauer	schwach sauer
Phyllipsit (*Havana*) ...	do.	stark sauer	stark sauer

Weiter fand ich, dass unter zwanzig Sorten Kaolin aus verschiedenen Gegenden dreizehn (65%) saure, vier neutrale und drei alkalische Reaktion auf Lackmus gezeigt haben. Diese sauer reagierenden Kaoline verhalten sich gegen neutrale Salzlösungen ganz ebenso wie unsere sauren Böden, und neutral oder alkalisch reagierende Kaoline zeigen nach der Behandlung mit verdünnten Säuren auch saure Reaktion auf Lackmus und haben dieselbe Eigenschaft gegen neutrale Salzlösungen wie unsere sauren Böden.

Einige fein pulverisierte Gesteine und gesteinbildende Mineralien, namentlich Granit, Gneis, Hornblende-Andesit, Basalt, Glimmer und Feldspat zeigen eine *alkalische* Reaktion auf Lackmus, aber ich habe beobachtet, dass diese Gesteine und Mineralien nach einer mehrwöchent-

1) Der Verfasser möchte Herrn Prof. Dr. *B. Kotoh* von der naturwissenschaftlichen Fakultät der Kaiserlichen Universität in *Tokio* herzlichen Dank sagen dafür, dass er die Freundlichkeit hatte ihn mit diesen Proben zu versehen und die Literatur einsehen zu lassen. Die Formeln dieser Zeolithe entsprechen nach Hintzes Mineralogie:

Heulandit: siehe umstehend.
Faujasit „ „
Mesorit: $Na_2\,CaAl_4\,Si_6\,O_{20}\,4\,H_2O + H_2O$
Chabasit, $(Ca, Na_2)\,Al_2\,Si_4\,O_{12} + 6\,H_2O$
Phyllipsit: $Ca\,Al_2\,Si_6\,O_{14} + 5\,H_2O$.

Die entsprechenden Basen im essigsauren Auszug sind immer nachgewiesen worden.

lichen Behandlung mit wässeriger Kohlensäure sauer reagieren und sich auch ganz ähnlich verhalten, wie jene saueren Mineral-Böden.

10 g fein pulverisierte Proben jener Gesteine und Mineralien wurden in Erlenmeyer-Kolben mit Wasser angesetzt, jeden Tag CO_2-Gas durchgeleitet und das Wasser einmal wöchentlich erneuert. Nach einer derartigen hunderttägigen Behandlung wurden die Pulver mit Wasser vollständig ausgewaschen; die Reaktion derselben sowie der Extrakte mit neutraler Kalisalzlösung wird aus folgender Tabelle ersichtlich:

Gesteine u. Mineralien	Reaktion der Original-Proben	Reaktion nach der Behandlung mit wässerigem CO_2	
		Mit Wasser	Nach Zusatz v. KCl-Lös.
Granit	alkalisch	schw. sauer	schw. sauer
Gneis	alkalisch	do.	sauer
Hornblende-Andesit	schw.-alkalisch	do.	sauer
Basalt	stark-alkalisch	do.	schw. sauer
Feldspat	do.	do.	do.
Glimmer	do.	sauer	sauer

Es waren also wieder Silikate, die sich ganz ähnlich wie unsere sauren Böden verhalten, welche aus gewöhnlichen Gesteinen und Mineralien gebildet werden. Da das Kaolin bei der Einwirkung von CO_2 auf Feldspat entsteht, war der Verfasser zuerst der Meinung, dass die Acidität saurer Mineralböden wahrscheinlich auf den Kaolinit oder verwandte saure Silikate[1] zurückzuführen sei. Das war aber nicht richtig wie meine spätere Untersuchung erwiesen hat.

Bei dem Extrakt, den man bei wiederholter Behandlung von fein pulverisierten Gesteinen und Mineralien mit wässeriger Kohlensäure erhält, lieferte die Analyse folgende Werte:

1) Ausser dem eigentlichen Kaolinit gibt es viele verwandte Mineralien, z. B. Halloysit, holerit, Rektorit, Newtonit, Allophan, Jndianit, Pyrophylit, Montmorillonit etc.

Die Bestandteile aufgelöst mit wässeriger Kohlensäure während zwölf Wochen:

Bestandteile aufgelöst	Granit		Gneis		Hornblende-Andesit		Basalt		Feldspat	
	%	Ratio	%	Ratio	%	Ratio	%	Ratio	%	Ratio
SiO_2	0,022	1,0	0,017	0,7	0,031	1,7	0,056	1,7	0,031	1,4
Al_2O_3	0,048	2,1	0,050	2,1	0,106	5,9	0,052	1,5	0,036	1,7
Fe_2O_3	0,558	24,2	0,635	26,6	0,152	8,5	0,833	25,1	0,402	18,5
CaO	0,417	18,1	0,418	17,5	0,350	19,6	0,679	20,4	0,461	21,3
MgO	0,409	17,7	0,389	16,3	0,373	20,8	0,498	15,0	0,337	15,6
K_2O	0,070	3,0	0,084	3,5	0,070	3,9	0,071	2,1	0,082	3,8
Na_2O	0,782	33,9	0,792	33,3	0,709	39,6	1,134	34,1	0,816	37,7
P_2O_5	Spur	—	Spur	—	Spur	—	Spur	—	Spur	—
Summe	2,306	100	2,385	100	1,791	100	3,323	100	2,165	100

Aus diesen Zahlen hat der Verfasser nachstehend berechnet, um wie gross das prozentuale Verhältnis der aufgelösten Bestandteile zu der in Originalproben enthaltenden ganzen Menge[1] der resp. Bestandteile ist:

1) Die Zusammensetzung dieser Gesteine und Mineralien war folgende:

Bestandteile	Granit	Gneis	Hornblende-Andesit	Basalt	Feldspat	Glimmer
SiO_2	68.74	65.60	65.01	48.37	59.12	31.61
Al_2O_3	16.90	15.40	17.10	9.50	20.75	14.90
Fe_2O_3	1.50	5.10	5.50	17.80	0.80	6.00
CaO	1.90	2.60	3.85	9.28	1.05	3.66
MgO	0.62	1.96	0.83	4.29	0.80	29.03
K_2O	7.82	5.69	3.41	3.48	10.45	8.62
Na_2O	4.61	4.33	5.12	7.18	6.26	5.52
P_2O_5	Spur	Spur	Spur	Spur	0.77	0.64

Prozentsatz der aufgelösten Bestandteile zu der ganzen Menge in Originalproben.[1]

Bestandteile	Granit	Gneis	Hornblende-Andesit	Basalt	Feldspat
PiO_2	0,032%	0,025%	0,047%	0,115%	0,052%
Al_2O_3	0,284 „	0,324 „	0,619 „	0,547 „	0,173 „
Fe_2O_3	37,200 „	12,450 „	2,763 „	4,679 „	50,250 „
CaO	21,147 „	16,076 „	9,090 „	7,316 „	30,733 „
MgO	65,967 „	19,846 „	44,939 „	18,601 „	42,125 „
K_2O	0,892 „	1,476 „	2,052 „	2,040 „	0,784 „
Na_2O	16,963 „	18,290 „	13,847 „	15,793 „	13,035 „
P_2O_5	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur

Es ist merkwürdig, dass eine so grosse Menge von MgO, CaO, Fe_2O_3 und Na_2O durch CO_2-Wasser aufgelöst worden ist, während sehr wenig P_2O_5, SiO_2, und K_2O in die Lösung gekommen ist.

---

1) *Richard Müller* fand, dass folgende Menge von Bestandteilen etlicher Mineralien durch CO_2-Wasser während sieben Wochen aufgelöst worden ist (Tschermaks Min. u. Petrog. Mitteilung. 1877, S. 25).

Prozentsatz der aufgelösten Bestandteile zu ihrer ganzen Menge in Originalproben.

Bestandteile	Adular	Oligoklas	Hornblende	Magnetit	Apatit	Olivin	Serpentin
SiO_2	0.1552	0.2370	0.4190	Spur	—	0.873	0.354
Al_2O_3	0.1368	0.1713	Spur	—	—	Spur	—
Na_2O	—	2.367	Spur	—	—	—	—
CaO	—	3.213	8.528	—	2.168	Spur	—
MgO	—	—	—	—	—	1.291	2.649
P_2O_5	—	—	—	—	1.822	—	—
FeO	Spur	Spur	4.829	0.942	—	8.733	1.527
Total	0.328	0.533	1.536	0.307	2.018	2.111	1.211

Die Acidität des Bodens[1] *kann bei der Behandlung mit verdünnten Säuren zunehmen.* Zwei granitische schwach saure Sandböden aus *Sumiyoshi* bei *Kobe*, und ein alluvialer schwach saurer Sandlehmboden aus *Yamaguchi* waren mit verdünnter Essigsäure verschiedenartig behandelt worden, genau ausgewaschen und getrocknet. Die Acidität des Bodens wurde folgendermassen bestimmt: zu jedem 100 g Boden wurden 250 ccm 1/1 Normallösung von KCl zugesetzt, dreimal täglich umgeschüttelt, nach fünf Tagen filtriert, 125 ccm abgegossen, mit 1/10 n NaOH-Lösung titriert, mit Phenolphthalein als Indikator. Das Resultat ist aus der folgenden Tabelle ersichtlich. Die Acidität entspricht der von 50 g Boden, ausgedrückt in ccm 1/10 n NaOH-Lösung.

Behandlungsart des Bodens	Acidität des Bodens[2] in ccm $^1/_{10}$ n NaOH		
	Sumiyoshi-Boden (a)	*Sumiyoshi*-Boden (b)	*Yamaguchi*-Boden
1. Original Boden	1.42	0.10	0.10
2. Befeuchtet mit 1% Essigsäure u. gleich ausgewaschen	3.16	0.30	1.20
3. do. mit 5% Essigsäure	—	1.45	3.80
4. do. mit 10% Essigsäure	5.25	2.55	6.25
5. Behandlung mit 10% Essigs. auf 5 Minuten	10.41	4.90	7.65
6. do. 30 Minuten	12.16	5.30	8.45
7. do. 1 Stunde	11.91	5.35	9.00
8. do. 4 Stunden	14.08	6.15	10.05
9. do. 24 Stunden	16.49	7.15	11.35

1) Neulich hat *Osugi* in *Morioka*, *Japan*, über die Aciditätssteigerung des sauren Bodens durch HCl bei verschiedenen Konzentrationen Untersuchungen angestellt, über deren Resultate wie folgt berichtet wird:

Acidität des Bodens in ccm 1/10 n NaOH.

	I.	II.	III.
Original Boden	4.9	3.4	3.6
Durch 1% HCl (kalt)	6.6	8.7	10.6
„ 5% HCl (kalt)	11.1	13.0	9.2
„ „ „ (heiss)	12.0	12.3	8.6
„ 10% „ „	6.9	6.4	4.1
Conc. HCl. „	3.8	3.3	1.8

Bemerkung: je 20 g lufttrockenen Bodens wurden nach der Einwirkung von HCl-Lösungen (die Menge der Lösung?) ausgewaschen, getrocknet, darauf mit 50 ccm 1/1 normaler KCl-Lösung behandelt, und nach 5 Tagen die überstehende Flüssigkeit mit 1/10 n NaOH titriert; die Aciditätswerte beziehen sich auf die ganze Menge der überstehenden Flüssigkeit.

2) Die Resultate sind Durchschnittszahlen von zwei parallelen Bestimmungen.

Ein Alluviumlehmboden von dem Felde der *Kagawa*-Bezirks-Versuchsstation und ein anderer Alluviumsandlehmboden von dem Felde der *Hiogo*-Bezirks-Versuchsstation wurden mit einigen verdünnten organischen und

Säuren	Acidität des Bodens[1]) in ccm $^1/_{10}$ n Na OH Lösung					
	Kagawa-Boden			*Hiogo*-Boden		
	A.	B.	Durchschnitt	A.	B.	Durchschnitt
(Original-Boden)	neutral	neutral	neutral	0.10	0.10	0.10
2% Ameisensäure	20.30	19.70	20.00	12.10	11.80	11.95
2% Essigsäure	12.80	12.60	12.70	3.20	4.00	3.60
2% Oxalsäure	2.00	1.70	1.85	0.50	0.50	0.50
2% Salzsäure	19.60	19.70	19.65	13.80	13.80	13.65
2% Schwefelsäure	19.60	19.60	19.60	12.70	12.80	12.75

1) Die Extrakte dieser Böden wurden mit verschiedenen Säuren mit folgendem Resultat analysiert:

1. *Kagawa*-Boden

Prozentsatz der ganzen Menge (löslich in conc. heissen HCl.) von einzelnen Bestandteile.

Bestandteile aufgelöst	Ameisensäure	Essigsäure	Oxalsäure	Salzsäure	Schwefelsäure
SiO_2	26.52	7.61	**75.42**	45.09	56.82
Al_2O_3	3.16	0.17	**21.22**	13.27	11.43
Fe_2O_3	3.28	0.27	**52.26**	32.90	32.26
Mn_3O_4	7.58	5.65	32.30	21.56	26.17
CaO	45.26	31.09	16.83	58.55	72.91
MgO	7.02	5.17	24.07	17.07	21.90
K_2O	3.35	2.21	12.69	7.66	**7.17**
Na_2O	10.45	8.33	14.94	11.59	12.98
P_2O_5	4.81	2.86	**62.86**	51.28	51.28
SO_3	15.18	15.76	27.32	24.82	—

anorganischen Säuren drei Tage lang behandelt (200 g Boden : 1000 ccm Lösung), filtriert, ausgewaschen, getrocknet und durch KCl-Lösung ihre Acidität bestimmt mit folgendem Resultat: (S.o.)

Es ist merkwürdig, dass die Oxalsäure am schwächsten auf die Aciditätssteigerung des Bodens wirkt, zunächst dann die Essigsäure kommt und dass die Ameisensäure am stärksten ist, während beide Mineralsäuren ungefähr gleich stark wie Ameisensäure sind.

2. *Hiogo*-Boden.

Prozentsatz der ganzen Menge (löslich in conc. heissen HCl) der einzelnen Bestandteile.

Bestandteile aufgelöst	Ameisensäure	Essigsäure	Oxalsäure	Salzsäure	Schwefelsäure
SiO_2	16.16	5.10	**69.90**	50.97	62.62
Al_2O_3	1.81	0.22	**16.44**	6.67	8.44
Fe_2O_3	0.26	0.13	**36.58**	17.89	18.16
Mn_3O_4	17.62	10.69	34.97	39.97	43.55
CaO	30.52	22.41	22.34	46.29	54.14
MgO	8.20	6.51	22.39	20.54	23.07
K_2O	10.28	6.38	18.87	22.62	19.50
Na_2O	6.34	5.80	8.27	9.53	9.36
P_2O_5	6.00	3.93	**58.48**	40.00	40.69
SO_3	6.94	9.80	18.98	14.69	—

Es ist sonderbar, dass eine grössere Menge von SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 und P_2O_5 sogar durch Oxalsäure sowie durch Salzsäure und Schwefelsäure aufgelöst wurde, trotzdem die Oxalsäure am schwächsten auf die Aciditätssteigerung des Bodens wirkt.

Die in conc. heissen HCl löslichen Bestandteile sind folgende:

Procentsatz von luft-trocken feiner Erde

Bestandteile.	*Kagawa*-Boden.	*Hiogo*-Boden.
SiO_2	0.330	0.206
Al_2O_3	2.450	2.250
Fe_2O_3	1.550	1.900
Mn_2O_3	0.269	0.290
CaO	0.470	0.461
MgO	0.420	0.427
K_2O	0.145	0.141
Na_2O	0.245	0.295
P_2O_6	0.133	0.145
SO_3	0.056	0.049

Wenn zu dem Filtrat des sauren Bodens nach Behandlung mit neutralen Salzlösungen Ammoniak oder Alkalilauge zugesetzt wird, erscheint ein flockiger, weisser Niederschlag, welcher nicht in Salmiaklösung löslich ist und hauptsächlich aus Aluminiumhydroxyd besteht.[1] Das Filtrat des neutralen oder alkalischen Bodens, sowie der wässerige Extrakt des sauren Bodens aber ergeben keinen solchen Niederschlag.

Ich habe beobachtet, dass die Menge des Aluminiumhydroxyds in der Lösung, die man nach Behandlung mit neutraler Salzlösung bei dem sauren Boden erhält, nicht nur mit der Acidität des Bodens im Verhältnis steht, sondern auch mit der bei Titration verbrauchten Menge der normalen Alkalilösung gut übereinstimmt, wie folgende Tabelle zeigt:

Boden	Neutrale Salzlösung gebraucht	ccm v. $^1/_{10}$ n Alkalilösung befördert	Al_2O_3 (g)		Abweichung
			Berechnet	Gefunden	
Niigata A.	KCl	80.05	0.1496	0.1412	(−) 0.0084
Nara A.	K_2SO_4	18.20	0.0310	0.0312	(+) 0.0002
do. B.	do.	16.40	0.0279	0.0275	(−) 0.0004
do. C.	do.	16.30	0.0278	0.0316	(+) 0.0038
do. D.	do.	6.40	0.0109	0.0128	(+) 0.0019
Niigata C.	do.	11.60	0.0197	0.0220	(+) 0.0023
Nara A.	KNO_3	17.72	0.0302	0.0311	(+) 0.0009
do. E.	do.	20.20	0.0344	0.0355	(+) 0.0011
Niigata D.	do.	10.55	0.0179	0.0181	(+) 0.0002
Nara A.	$KClO_4$	16.50	0.0281	0.0286	(+) 0.0005
do B.	do.	15.15	0.0258	0.0276	(+) 0.0018

Wir ersehen aus der obigen Tabelle, dass zwischen den berechneten und gefundenen Zahlen für Aluminiumhydroxyd gute Übereinstimmung herrscht, deshalb folgert der Verfasser, dass ein Teil des Aluminiumhydroxyds im sauren Boden ziemlich locker gebunden ist, weil es schon

1) Einige besondere Böden enthalten im wässerigen Extrakt Aluminiumsulfat, oder Aluminiumchlorid, einige Quellen enthalten auch dieselben Verbindungen.

durch neutrale Salzlösung leicht in Lösung gebracht wird, und dass die saure Reaktion, welche durch Zusatz von neutraler Salzlösung zu unserem sauren Boden erzeugt wird, auf der Bildung eines sauren Aluminiumsalzes[1] beruht.

Manchmal aber kommt nicht nur Aluminium sondern auch Eisen in dem Filtrat vor, und folgende Berechnung zeigt, dass in diesen Fällen die gefundenen Zahlen des Aluminiums und Eisens zusammen mit den berechneten Zahlen übereinstimmen.

		Niigata-Boden	*Nara*-Boden.
Al_2O_3 } im Filtrat		0,0183 g.	0,0824 g.
Fe_2O_3 }		0,0223 „	0,0216 „
Berechnete Menge der $^1/_{10}$ n NaOH Lösung entsp.	Al_2O_3	10,85 ccm	48,34 ccm
	Fe_2O_3	8,33 „	8,09 „
Summe		19,18 „	56,43 „
Gefundene Menge der $^1/_{10}$ n NaOH Lösung...		19,70 „	59,20 „
Abweichung...		(−) 0,52 „	(−) 2,77 „

Aus den Ergebnissen der vorhergehenden Versuche könnte man schliessen, dass die Acidität des Mineralbodens auf Kaolin oder verwandte saure Silikate zurückzuführen sei.[2] Wäre dies der Fall, dann würden Kaoline sehr stark sauer reagieren und viel Tonerde durch neutrale Salzlösung in Lösung gedrängt werden. Kaoline reagieren aber nicht immer sauer, manchmal neutral, manchmal auch alkalisch. Der am stärksten sauer reagierende Kaolin[3], welchen ich untersucht habe, gab mir einen kleinen Teil Tonerde auf Zusatz von KCl in die Lösung ab, nämlich 194 mg pro 100 g Boden. Unter 1300 Bodenproben konnte ich

1) *Veitch* hat eine etwas ähnliche Meinung in Bezug auf die *Hopkinsche* Natriumchloridmethode geäussert, aber er meint, dass ie neutrale Salzlösung auf *neutrale Silikate* im Boden wirke und dass das dabei entstehende Aluminiumchlorid sauer reagiere. (Näheres unten.) Journal Amer. Chem. Soc. 1904, 637.

2) Über diese Frage beabsichtige ich weitere Versuche zu machen.

3) Der Kaolin aus *Yoshino*, *Nara*-Bezirk, stammt aus der *Chichibu*-Paläozoischen Formation.

in dem am stärksten sauer reagierenden Tonboden[1] durch KCl sogar nur 0,974 g pro 100 g Tonerde in die Lösung überführen.

Der Verfasser fand, als er in dem anorganisch-chemischen Institut zu Göttingen arbeitete, dass verschiedene kolloidale Substanzen Tonerde und Eisen absorbieren[2] und dieselben bei Einwirkung von KCl wieder in die Lösung abgeben.

Kieselsäuregel[3], aus Wasserglas hergestellt und an der Luft getrocknet, reagiert ziemlich stark sauer auf Lakmus, während dessen Wasserauszug ganz schwach sauer reagiert.

Humussäure (aus Torf), Kaolin und verschiedene Böden wurden mit 1/1 normaler Aluminiumchlorid- resp. Eisenchloridlösung geschüttelt und gut ausgewaschen, die lufttrockenen Substanzen mit 1/1 normaler KCl-Lösung (bei Humussäure 4 g auf 100 ccm, bei Kaolin und den Böden 40 g auf 100 ccm) behandelt und nach Erreichung des Gleichgewichtszustandes die Hälfte der überstehenden Flüssigkeit herausgenommen und mit 1/10 normaler KOH-Lösung titriert mit folgendem Ergebnis:

---

1) Der Tonboden aus *Tokigun, Gifu*-Bezirk, stammt aus der tertiären Formation.

2) Früher hat *Van Bemmelen* beobachtet, dass in der mit heisser starker Salzsäure ausgezogenen und mit KCl-Lösung behandelten Erde geringe Mengen von Aluminium durch Kalium ersetzt wurden. Er führt ferner aus: "Trotz längeren Auswaschens der mit Salzsäure ausgezogenen Erde bleibt eine geringe Menge Aluminiumchlorür als basisches Salz zurück. Dieses basische Salz, durch die Anziehung der gelatinösen Kieselsäure unterstützt (wenn ich mich so ausdrücken darf) setzt sich mit KCl um wie folgt:

$$\frac{n\,Si\,O_2\,(H_2O)^z}{\text{Kolloid}} + \frac{Al_2\,Cl_6\,(Al_2O_3)^x\,(H_2O)^y}{\text{Kolloid}} + 6\times KCl\ aq$$

$$= (1+\times)\,Al_2\,Cl_6\ aq + \frac{n\,Si\,O_2\,(H_2O)^z}{\text{Kolloid}} \cdot \frac{3\times K_2O}{\text{absorbiert}}$$

Van Bemmelen: Die Absorption, S. 133, und Ldw. Vers. St. Bd, 21. 161 u. 162 (1878).

3) Je 10 g desselben Kieselsäuregels (57% Trockensubstanz) wurde mit je 100 ccm Wasser resp. 1/1 normaler KCl-Lösung geschüttelt und je 50 ccm der überstehenden klaren Flüssigkeit mit normaler KOH-Lösung titriert; zur Neutralisation waren erforderlich 0,4 resp. 0,35 ccm 1/20 n KOH, während dieselbe, mit $AlCl_3$-Lösung behandelte und gewaschene Kieselsäure nach Zusatz von 1/1 normaler KCl-Lösung 0.35 ccm 1/20 n KOH erforderte. In der Tat reagiert das Kieselsäuregel, welches mit $AlCl_3$- oder $FeCl_3$-Lösung behandelt und ausgewaschen wurde, stärker sauer, und nach Zusatz von neutraler Salzlösung liess sich Tonerde bezw. Eisen in der Lösung nachweisen.

Substanzen	Acidität[1] in ccm 1/10 n Alkali (pro 100 g Substanz.)		
	Original-Substanz	mit $AlCl_3$ behandelt	mit $FeCl_3$ behandelt
Yehime-Boden	(neutral)	32	—
Hiogo-Boden	„	17	12.5
Nagano-Boden	„	56.5	—
Nishigahara-Boden	„	0.75	—
Ikoma-Boden	9	20	17
Yoshino-Boden	26	30.5	26
Gifu-Boden	70	72	—
Hiroshima-Boden	26.5	28	—
Niigata-Boden	12	23.5	—
Kobushi-Kaolin	2.5	50	—
Gifu-Kaolin	13.5	18	—
Gainome-Kaolin	(neutral)	36	41
Yoshino-Kaolin	38	49.5	—
Korea-Kaolin	0.75	52	50
Humussäure[2]	—	160	47.5

Die obigen Ergebnisse zeigen, dass die neutralen Böden und das Kaolin durch Behandlung mit $AlCl_3$- oder $FeCl_3$-Lösung mehr oder weniger sauer wurden; die Acidität verstärkt sich bei bereits sauren Böden und sauren Kaolinen wie bei den Humussäuren. Die Acidität des

1) Diese Acidität entspricht der gefunden Menge KOH, welche nötig ist, um die Hälfte des Filtrats zu neutralisieren.

2) In der überstehenden Flüssigkeit von Humussäure, welch letztere mit destilliertem Wasser gewaschen wurde, lässt sich nach Behandlung mit 1/1 normaler KCl-Lösung Tonerde und Eisen nachweisen.

Dieselbe Beobachtung wurde von *van Bemmelen*, nach Behandlung eines nicht klaren Wasserauszuges der tonhaltigen Ackererde mit NH_4Cl, gemacht. Der Auszug reagierte schwach sauer und enthielt eine nachweisbare Menge Eisen. *Van Bemmelen* war der Ansicht, dass die Humussubstanzen in der Ackererde eine geringe Menge NH_4Cl zersetzt, und die freigewordene Salzsäure danach eine Spur Eisenoxyd gelöst hätte. Nach des Verfassers Meinung aber ist es mehr wahrscheinlich zu folgern, dass die durch Humussäure resp. kolloiden Ton absorbierten Tonerde- und Eisenverbindungen durch KCl (in *van Bemmelens* Fall: NH_4Cl) in die Lösung überführt wurden. (Basenaustausch).

Bodens u.a. Substanzen wurde im allgemeinen durch Aluminiumchlorid mehr gesteigert als durch Eisenchlorid.

Der Verfasser hat ferner festgestellt, wieviel Tonerde resp. Eisen von Böden u.a. Substanzen absorbiert und wieviel von dieser Menge durch KCl wieder in die Lösung gedrängt wurde. Die Resultate dieser Untersuchung gibt die folgende Tabelle:

Substanzen	Menge der Tonerde (mg pro 50 g sub.)		Menge des Eisens (mg pro 50 g sub.)	
	aufgenommen	durch KCl verdrängt	aufgenommen	durch KCl verdrängt
Humussäure	415	408	2,625	189.6
Gainome-Kaolin	94.5	91.8	250	163.8
Korea-Kaolin	—	—	280	163.9
Yoshino-Boden	30.4	11.5	155	0
Ikoma-Boden	31.5	23.4	127.5	26.6
Hiogo-Boden	272.9	43.4	187.5	46.6

Aus obiger Tabelle ersehen wir, dass die durch Kaoline, Böden und Humussäure aufgenommene Tonerde in grösserer Menge wieder in die Lösung übergeht als das Eisen. Besonders viel Eisen wurde durch Humussäure[1] aufgenommen.

Weiterhin habe ich die Beobachtung gemacht, dass das durch Kaoline, Humussäure oder Böden absorbierte Eisen durch Tonerde ersetzt wird, nicht aber umgekehrt Tonerde durch Eisen. Wie ich schon oben erwähnt habe, lässt sich bei den meisten sauren Mineralböden in den mit neutraler Salzlösung gemachten Auszügen Tonerde nachweisen, dagegen findet man Eisen selten in dem Auszug vor. Es ist mir jetzt klar geworden, warum in sauren Mineralböden die Tonerde eine grössere Rolle spielt als das Eisen.

Der „Permutit", der nach dem Verfahren von R. Gans hergestellt wird, besitzt Bedeutung für die Technik (Wasserreinigung), und nach den

1) Über die Einwirkung des kolloidalen Eisenoxyhydrates auf Moortorf siehe die *Bauman u. Gullysche* Arbeit: *Ramanns* Bodenkunde III. Aufl. S. 50; und *B. Arino:* Intern. Mittlg. f. Bodenkunde, Bd. III, Heft 2/3 S. 131.

Untersuchungen von Gans[1] hat der Permutit eine ausserordentlich grosse Austauschfähigkeit und ähnelt in seiner Zusammensetzung den Silikaten[2], die den Austausch in der Ackererde vermitteln. Neulich hat Georg Wiegner[3] sehr interessante Untersuchungen über den Basenaustausch in der Ackererde ausgeführt. Zu diesen Untersuchungen bediente er sich des fabrikmässig hergestellten „Permutits" nach dem Verfahren von R. Gans.

Nach meiner Untersuchung zeigt der „Permutit" nach der Behandlung mit $AlCl_3$- resp. $FeCl_3$-Lösung keine saure Reaktion auf Lakmus, und das dadurch aufgenommene Aluminium[4] resp. Eisen lässt sich durch die Base in der Neutralsalzlösung nicht ersetzen.

Wir haben aus den vorhergehenden Untersuchungen ersehen, dass die Gesteine und Mineralien, die mit wässeriger Kohlensäure, sowie neutrale oder alkalische Kaoline und Böden, die mit Säuren behandelt wurden, eine mehr oder weniger saure Reaktion zeigen und sich gegen neutrale Salzlösungen ganz genau so verhalten wie unsere sauren Mineralböden. Es ist mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass die durch Behandlung mit Säure entstandenen Tonerde- oder Eisenverbindungen durch kolloidale Substanzen absorbiert und deren positive Ionen durch die Base der neutralen Salzlösung ersetzt werden.

Da die Humussäuren ebenso wie andere mineralische kolloidale Substanzen in der Ackererde Tonerde- und Eisen-Salze absorbieren und dieselben durch neutrale Salzlösungen wiederum in Lösung zu bringen gestatten, so dürfte wohl die durch Kolloide absorbierte Tonerde und das Eisen nicht nur für die Acidität der Mineralböden sondern auch für diejenige der humussauren Böden eine ausschlagende Rolle spielen.

Ramanns Behauptung, dass die bisher als „*saure Böden*" bezeichneten „*absorptiv ungesättigte Böden*" genannt werden sollten, ist nach meiner Meinung nicht ganz richtig. Wie schon erwähnt, reagieren die mit $AlCl_3$

1) Chem. Ind. 42, 197-200; Chem. Centl. Blatt, 1909, I, 2031.

2) In seiner chemischen Zusammensetzung steht der „Permutit" dem natürlichen Mineral Chabasit am nächsten, aber er ist vollkommen amorph.

3) Journal f. Landw. 60. 1912, S. 111.

4) 10 g „Permutit" hat durch Einwirkung von 25 ccm 1/1 n. $AlCl_3$-Lösung 181,5 mg Al_2O_3 aufgenommen.

resp. $FeCl_3$ gesättigten Böden immer noch sauer, und solche Böden kommen in der Natur häufig vor. Wenn aber die absorbierenden Basen auf Alkalien und Erdalkalien beschränkt würden, so würde Ramanns Behauptung richtig sein.

DAS VERHALTEN ZWISCHEN DEN VERSCHIEDENEN SALZLÖSUNGEN UND DER BODENACIDITÄT.

Es exsistiert ein grosser Unterschied zwischen der Acidität des Bodens bei der Behandlung mit verschiedenen Salzlösungen und zwar ergeben die leichten absorbierbaren Salze auch stärker saure Filtrate, z. B. Kalium- und Ammoniumsalze rufen eine stärkere Acidität hervor als Natrium-, Magnesium- und Calciumsalze. Je 100 g von vier sauren Böden wurden in Kolben nach Zusatz von je 250 ccm Salzlösungen unter zeitweiligem Umschütteln fünf Tage stehen gelassen und je 125 ccm der überstehenden klaren Flüssigkeit dann titriert nach dem Kochen mit 1/10 n NaOH Lösung; als Indikator wurde Phenolphthalein gebraucht. Die folgende Tabelle zeigt die zur Titration verbrauchte Menge NaOH Lösung.

A. Titrationsergebnis mit verschiedenen Chloridlösungen.

Boden	KCl	NH_4Cl	NaCl	MgCl	CaCl
Yoshino-Boden. ...	32,1 ccm	31,7 ccm	16,6 ccm	10,0 ccm	10,4 ccm
Vergleichung ...	100	99	52	31	32
Shiga-Boden. ...	18,5 ccm	—	9,6 ccm	10,3 ccm	9,0 ccm
Vergleichung ...	100	—	52	55	48
Gifu-Boden. ...	8,2 ccm	—	3,8 ccm	4,1 ccm	4,3 ccm
Vergleichung ...	100	—	39	49	51
Nara-Boden. ...	7,7 ccm	—	4,6 ccm	3,7 ccm	3,7 ccm
Vergleichung ...	100	—	59	48	48
Durchschnittl.-Vergleichung ...	100	99	51	46	45

B. Titrationsergebnis mit verschiedenen Kalisalzen.

Boden	KCl	KNO_3	$KClO_3$	K_2SO_4	KJ
Yoshino-Boden. ...	33,4 ccm	35,6 ccm	30,3 ccm	32,7 ccm	29,0 ccm
Vergleichung ...	100	106	99	98	87

Boden	KCl	KNO_3	$KClO_3$	K_2SO_4	KJ
Shiga-Boden. ...	18,5 ccm	18,5 ccm	—	11,1 ccm	—
Vergleichung ...	100	100	—	60	—
Niigata-Boden ...	11,3 ccm	10,6 ccm	9,3 ccm	9,4 ccm	8,7 ccm
Vergleichung ...	100	93	82	83	77
Gifu-Boden. ...	8,2 ccm	7,4 ccm	—	7,6 ccm	—
Vergleichung ...	100	89	—	90	—
Nara-Boden. ...	8,3 ccm	7,9 ccm	7,2 ccm	5,8 ccm	5,4 ccm
Vergleichung ...	100	96	88	70	60
Durchschnittl.-Vergleichung ...	100	99	90	80	76

N.B. Die Filtrate von Ammoniumchlorid und Kaliumjodid sind infolge ihrer starken Färbung schwer zu titrieren, deshalb wurde ihre Acidität aus der Aluminiummenge in der Lösung berechnet.

Obige Besultate ergeben, dass die Aciditätsgrade der Filtrate von Ammoniumchlorid und Kaliumchlorid ungefähr gleich sind und diese Acidität weit stärker als bei den anderen Chloriden auftritt. Die Aciditätsgrade bei Natriumchlorid, Magnesiumchlorid und Calciumchlorid sind unter einander ungefähr gleich, doch betragen sie nur die Hälfte der mit Ammoniumchlorid und Kaliumchlorid erhaltenen.

Was verschiedene Kalisalze betrifft, so ist die Acidität mit Kaliumchlorid und Kaliumnitrat die gleiche, während Kaliumchlorat, Kaliumsulfat sowie Kaliumjodid eine schwächere Acidität lieferen.

DAS VERHÄLTNIS ZWISCHEN DER KONZENTRATION DER KCl-LÖSUNG UND DER BODENACIDITÄT.

Auf je 100 g Bodenmenge wurden 250 ccm KCl-Lösung von verschiedenen Konzentrationen gegossen, nach 5 Tagen (mit zeitweiligem Umschütteln) 125 ccm von der überstehenden klaren Flüssigkeit abgemessen, gekocht und mit 1/10 n NaOH Lösung titriert. Das Resultat findet sich in der folgenden Tabelle:

Acidität des Bodens in ccm 1/10 n NaOH Lösung.

Konzentration der KCl Lösung.	*Niigata*-Boden	*Kumamoto*-Boden	*Shiga*-Boden
1/50 normal	0,47	1,45	1,70
1/30 „	0,90	2,50	3,25
1/20 „	1,50	3,80	5,30
1/10 „	3,57	7,72	9,80
1/5 „	5,55	11,75	14,68
1/2 „	9,17	18,85	17,93
1/1 „	10,92	20,95	18,45
2/1 „	11,55	21,72	18,40
3/1 „	11,90	21,67	—

Leider habe ich nicht die Endkonzentration der KCl-Lösung bestimmt, jedoch kann man wohl annehmen, dass die Anfangs- und Endkonzentration der KCl-Lösung ziemlich dieselbe blieb, ausgenommen allerdings bei den am stärksten verdünnten Lösungen. Wie man aus der folgenden Figur ersehen kann, sind die Kurven, welche die vorstehende Tabelle illustrieren sollen, sehr ähnlich den bekannten Absorptionskurven.

(FIGUR I.)

Wenn die Vorgänge nach der Gleichung

$$\frac{x}{m} = a\, c^{\frac{1}{n}}$$

verlaufen würden, dann müssten die Kurven, welche den Logarithmen von $\frac{x}{m}$ und c entsprechen, gerade Linien sein. Man bekommt in dieser Weise die folgenden Diagramme.

(FIGUR II.)

Wir sehen, dass alle drei Diagramme bei schwächerer Konzentration gerade Linien zeigen. Bei stärkeren Konzentrationen (in der Nähe des

Sättigungspunktes) gehen die Kurven ziemlich rasch in einen zur Abscisse parallelen Verlauf über.

DAS VERHALTEN DER BODENACIDITÄT BEIM ERHITZEN.

Drei verschiedene Böden[1] und eine Sorte Kaolin wurden auf verschiedene Temperaturgrade 20 Stunden erhitzt und davon die Bodenacidität nach obigem Verfahren festgestellt; es ergab sich folgendes Resultat:

Temperaturgrade.	Verlust des Gewichtes d. Bodens bei Erhitzung. (g)				Acidität d. Bodens in ccm 1/10 n NaOH.			
	Kaolin.	*Nara*-Boden	*Shiga*-Boden	*Yoshino*-Boden	Kaolin.	*Nara*-Boden	*Shiga*-Boden	*Yoshino*-Boden
Original-Boden.	—	—	—	—	33,33	6,15	18,72	28,60
40°C.	1,9	1,2	3,5	1,4	32,03	5,58	16,83	28,03
60°C.	2,2	1,4	3,7	1,6	29,73	5,63	16,73	27,53
80°C.	2,5	1,6	4,9	2,5	28,23	6,15	17,22	27,93
100°C.	2,9	1,8	5,4	2,9	26,43	8,48	18,90	31,10
120°C.	2,9	2,1	5,6	3,2	27,17	9,27	18,37	34,03
150°C.	2,9	2,5	5,7	3,5	26,47	6,00	19,53	38,93
200°C.	3,3	2,7	6,6	4,3	24,03	5,15	17,48	42,77
1 stünd. Glut	8,3	5,7	12,5	9,8	3,20	2,20	6,70	4,00
5 „ „	8,5	5,9	12,7	9,9	2,85	1,65	5,95	3,50

Es ergibt sich hieraus, dass Kaolin allmählich beim Erhitzen an Acidität abnimmt, während die Böden durch Erhitzen auf 40-60°C ihre Acidität etwas erniedrigen und bei höheren Temperaturen wieder an Acidität zunehmen; aber die Acidität des *Nara*- und *Shiga*-Bodens nimmt bei 150°C. resp. 200°C. wieder ab. Bei Gluthitze verlieren alle drei Böden und Kaolin den grössten Teil ihrer Acidität.

1) Der *Nara*-Boden ist ein sandiger Granitboden, der *Shiga*-Boden ein toniger Diluviumboden, und der *Yoshino*-Boden ein toniger *Chichibu*-Paläozoischer Boden.

DAS VERHÄLTNIS ZWISCHEN DER GRÖSSE VON BODEN-BILDENDEN PARTIKELN UND DER BODENACIDITÄT.

Ein saurer sandiger Granit-Boden aus *Sumiyoshi* bei *Kobe* wurde durch verschiedene Siebe gesiebt, mit destilliertem Wasser gut ausgewaschen und dann die Acidität dieser Bodenteile nach obenstehendem Verfahren mit KCl Lösung bestimmt mit folgendem Resultat:

Grösse der Partikeln (mm.)	Acidität (ccm 1/10 n NaOH Lösung.)
2,0–3,00	1,60
1,00–2,00	2,00
0,50–1,00	2,64
0,25–0,50	7,60
0,25	21,90
0,50	18,10
Originalboden	6,90

Dieses Resultat ergibt, dass die feinsten Partikeln die grösste Acidität besitzen, während die grösseren nur geringe aufweisen.

NEUE METHODEN ÜBER DEN NACHWEIS DER BODENACIDITÄT.

Die *Lakmuspapiermethode* ist die verbreiteste und leichtetste, und man kann auch durch dieselbe unterscheiden, ob die Acidität einem löslichen oder unlöslichen Körper angehört. Die *Schützesche*[1] *Ammoniakmethode* ist auch praktisch, für freie Humussäure aber nicht einwandfrei. Die *Albertsche*[2] *Lithiumphosphatmethode* wird nicht bevorzugt, weil das

1) Viele Autoren bemerkten schon, dass Ammoniak nicht nur freie Humussäuren, sondern auch einige Humussäure-Salze auflöst.

2) *R. Albert:* Prakt. Chem. 70, 509 ff.

Lithiumphosphat nicht wasserlöslich ist, und infolgedessen die Wirkung auf freie Humussäuren erst nach einigen Tagen bemerkbar wird.

Die *Baumann* und *Gullysche*[1] *Methode* ist sehr empfindlich, nach dieser Methode kann man nicht nur die Humussäuren in den Böden, sondern auch die saure Reaktion der durch Bodenkolloide absorbierten Tonerde- oder Eisenverbindung feststellen. Die *Loewsche*[2] *Methode* ist ebenfalls sehr empfindlich und zwar lässt sich nicht nur die von Humussäure stammende Acidität des Bodens, sondern auch die von den durch Bodenkolloide absorbierten Tonerde- resp. Eisenverbindungen herrührende nachweisen.

Der Verfasser empfiehlt folgende von ihm selbst herrührende Methode: *Man gibt eine Bodenprobe von 5 g in eine Reagenzröhre und setzt eine 10%ige Kaliumnitritlösung tropfenweise hinzu, sodass der Boden nur mässig angefeuchtet wird. Das KNO_2 muss chemisch rein sein, besonders* frei von K_2CO_3[3] Die Oeffnung der Röhre wird mit Watte verschlossen, aus deren Mitte ein Streifen Jodkalium-Stärkepapier herabhängt. Nach kurzer Zeit kann man an der Intensität der blauen Färbung verschiedene Grade von Bodenacidität erkennen.

Diese Methode ist sehr praktisch und empfindlich, und die Acidität des Bodens sowohl die aus Humussäuren als auch die von den durch Bodenkolloide absorbierten Tonerde- resp. Eisenverbindungen stammende kann leicht erkannt werden.

---

1) Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft, München 1908 1. n. ff. Die Methode besteht darin, auf je 3 g Boden eine Flüssigkeit von 100 ccm Wasser, in der 2 g KJ und 0.1 g KJO_3 gelöst worden sind, zu giessen, zeitweilig umzuschütteln, nach 15 Minuten zu filtrieren d. verdünnte Stärke zuzusetzen. Hierauf lässt sich an der Intensität der Färbung die verschienenen Bodenaciditätsgrade erkennen.

2) Zeitschr. f. d. landw. Versuchsw. i. Oesterr; 1909, 462.

Man führt die Reaktion so aus, dass man etwa 10 g Boden mit ebensoviel einer 1% igen frisch bereiteten Lösung von Jodkalium 5–10 Minuten im kochenden Wasserbad im kleinen locker verschlossenen Kölbchen behandelt, dann einige Tropfen einer etwa 1% igen Lösung von salpetrigsaurem Kali zufügt, schüttelt und nun einige Tropfen frisch bereiteten Stärkekleisters zugibt und dann rasch abkühlt.

3) KNO_2 ist dem $NaNO_2$ vorzuziehen.

Durch obige Methoden kann man noch nicht den Grund der Bodenacidität erkennen, während folgende vom Verfasser herrührende Methode den Grund sofort erkennen lässt. Man bringt eine Probe des Bodens[1] in eine Uhrschale und setzt wenige neutrale KCl-Lösung zu; nach einigen Minuten wird die *Reaktion der Lösung* mit Lakmuspapier geprüft. Die saure Reaktion wird aus den durch Bodenkolloide absorbierten Tonerde- oder Eisenverbindungen stammen.

Um die Empfindlichket der drei Methoden *Baumann u. Gully*, *Loew* und des Verfassers *Kaliumnitritmethode* zu vergleichen, hat der Verfasser mit verschiedenen organischen Säuren und einigen sauren Salzen die niedrigste Grenze der Reaktion festgestellt mit folgendem Resultat:

Die niedrigste Grenze der Reaktion (%)

Proben	Loewsche Methode.	Baumann u. Gully-sche Methode.	Kaliumnitritmethode.
Ameisensäure	0,03	0,0008	0,004
Essigsäure	0,05	0,0009	0,004
Milchsäure	0,07	0,0020	0,010
Buttersäure	0,09	0,0020	0,010
Lösl.-Humussäuren ...	—	0,0030	0,060
Al-Chlorid	0,05	0,005	0,007
Al-Sulfat	0,06	0,004	0,008
Saure K-Sulfat	0,07	0,004	0,020

Aus obigen Resultaten ersehen wir, dass die Säuren eine desto stärkere Reaktion aufweisen, je weniger Kohlenstoffatome sie im Molekül enthalten.

BESTIMMUNG DER BODENACIDITÄT.

Es sind viele Bestimmungsmethoden über die von Humussäuren herrührende Bodenacidität vorgeschlagen worden, vor allem die von *Müntz*,

1) Der wässerige Extrakt des Probebodens muss vorher mit Lakmuspapier geprüft werden ob wasserlösliche, saure Substanzen vorhanden sind.

Tacke, *Schüchting*, *Hopkins*, *Veitch* und *Albert*, aber alle diese sind nicht ganz einwandfrei.

Die *Müntzsche Ammoniakmethode*[1] ist schon von vielen Autoren dahingehend kritisiert worden, dass Ammoniak nicht nur freie Humussäuren auflöst, sondern auch neutrale Salze der Humussäuren, infolgedessen man nicht genau die Bodenacidität bestimmen kann. Aber die Methode ergibt doch ein praktisch verwendbares Resultat und ist in den Vereinigten Staaten und in Japan als offizielle Methode angenommen worden.

Die *Tackesche*[2] *Methode* erfordert zu viel Zeit, und man muss sie daher als etwas unpraktisch bezeichnen. *Veitch*[3] bemerkt, dass nicht nur mit saurem Boden sondern auch mit Calciumcarbonat enthaltendem, alkalischen Boden Kohlensäuregas entwickelt wird, infolgedessen diese Methode nicht massgebend sein kann.

Die *Schüchtingsche*[4] *Methode* besteht aus der verbesserten *Tackeschen* Methode, jedoch eignen sich beide nicht zur Bestimmung freier Humussäuren, weil benutztes Calciumcarbonat nicht nur auf freie Humussäuren sondern auch auf die durch Bodenkolloide absorbierten Tonerde- resp. Eisenverbindungen wirkt[5].

Die *Hopkinsche*[6] *Natriumchloridmethode* wurde empfohlen, um die unlöslichen organischen Säuren in den Böden zu bestimmen. *Hopkins* glaubt, dass sich die Humussäuren in den Böden mit den Basen in den neutralen Salzen verbinden und dabei die entsprechenden mineralischen Säuren oder sauren Salze entstehen. Aber wie schon von *Veitch*[7] bemerkt worden ist, findet keine Reaktion statt zwischen Natriumchlorid und Humussäuren. *Veitch* hat weiter erklärt, dass freie Salzsäure nicht im

---

1) Encyclopédie chimique 4, 182.
2) Chemiker Zeitung 1897. 21: 174.
3) Journal Amer. Chem. Soc. 1904, 26: 661
4) Zeitschr. für angew. Chem. 21: 151/1908
5) Wie ich schon oben erwähnt habe, stammt die Bodenacidität der Moorböden oder Humusböden nicht immer allein aus freien Humussäuren, sondern man findet darin auch manchmal von durch Bodenkolloide absorbierten Tonerde- resp. Eisenverbindungen stammende.
6) Bulletin No. 73. Bureau of Chemistry U.S. Dept. of Agric.
7) Journ. of the Amer. Chem. Soc. 1904: 637.

Boden entstehen kann und die saure Reaktion des Filtrats durch Zusatz von Natriumchloridlösung zu sauren Böden erhalten wird, was auf das durch die Umsetzung des Natriumchlorids mit dem Aluminiumsilikat der neutralen Silikate entstehende Aluminiumchlorid zurückzuführen ist. Noch weiter hat sich *Veitch* geäussert, dass es zwei Sorten von Bodenacidität gibt: (1) Die *aktive* oder *wirkliche Acidität* entsteht aus etwas löslichen organischen und anorganischen Säuren sowie aus sauren Salzen. (2) Die *inaktive* oder die *negative Acidität* stammt wahrscheinlich einesteils aus leicht zersetzbaren neutralen, wasserhaltigen oder kolloidalen Silikaten und andernteils aus verschiedenen nicht sauerreagierenden colloidalen Humusstoffen.[1] Ausserdem soll die letzte Gruppe *neutrale Reaktion* auf gewöhnliche Indikatoren haben, aber diese Gruppe besitzt eine starke Affinität für Na, K, Ca und Mg, und ein Teil der Bodenabsorption wird dieser Affinität zugeschrieben.

Des Verfassers Meinung nach ist aber die *Veitchsche* Hypothese auch nicht richtig, weil, wie vom Verfasser oben mitgeteilt wurde, stark sauerer Mineralboden durch Zusatz von neutraler Salzlösung einen stärker sauer reagierenden Extrakt gibt, während dies bei den neutralen Böden nicht der Fall ist.

Die *Hopkinsche* Methode ist im Jahre 1905 in der Versammlung der Agrikulturchemiker in Washington U.S. als vorläufige Methode für die Bestimmung der Bodenacidität adoptiert worden, aber die Methode hat keine Bedeutung für die Bestimmung der freien Humussäuren im Boden.

Die Methode passt auch nicht für die Bestimmung der Bodenacidität, die aus den durch Bodenkolloide absorbierten Tonerde- resp. Eisenverbindungen stammt, weil wie schon seit langem bekannt und vom Verfasser auch oben bemerkt ist, Natriumsalze weniger im Boden absorbiert werden als Kalium- oder Ammoniumsalze und infolgedessen die Bodenacidität mit NaCl-Lösung viel weniger Ausschlag gibt, als mit KCl oder NH_4Cl-Lösung.

---

1) Unlösliche Stoffe mit Säurecharakter, d.h. saure Hydroxylgruppen würden sich allerdings ähnlich verhalten.

Die *Veitchsche Kalkwassermethode*[1] ist nicht nur zeitraubend, sondern ist es auch die Endreaktion sehr unregelmässig, so dass sie nicht als praktisch bezeichnet werden kann. Die *Albertsche Barytmethode*[2] kann auch nicht als eine richtige Humussäurebestimmungsmethode betrachtet werden, weil Baryt nicht nur auf freie Humussäuren, sondern auch auf die durch Bodenkolloide absorbierten Tonerde- resp. Eisenverbindungen wirkt und noch weiter die Methode ungleicher Destillationsdauer verschiedene Resultate ergibt, weshalb das Resultat nicht als recht vertrauensvoll betrachtet werden kann.

NEUE METHODE ZUR BESTIMMUNG DER BODENACIDITÄT, DIE AUS DEN DURCH BODENKOLLOIDE ABSORBIERTEN TONERDE- RESP. EISENVERBINDUNGEN STAMMT.

1. Prinzip: Wenn verschiedene Salzlösungen zu sauren Mineralböden zugesetzt werden, wird Aluminium oder Eisen, das in den Bodenkolloiden absorbiert behalten ist, durch die Base in der Salzlösung verdrängt, und dabei werden die entstehenden löslichen sauer reagierenden Verbindungen, z. B. Aluminiumchlorid, mit Normal-Alkalilösung titriert und es wird die Bodenacidität bestimmt.

2. Verfahren: 100 g lufttrockener Boden in einen ca. 600 ccm fassenden Kolben geschüttet, 250 ccm normal KCl-Lösung zugefügt, zeitweise umgeschüttelt, nach fünf Tagen oder nach einstündiger Schüttelung mit dem Apparat von der überstehenden Flüssigkeit 125[3] ccm entnommen, dann gekocht, um dadurch das Kohlendioxyd entweichen zu lassn und mit 1/10 n NaOH-Lösung titriert, wobei man Phenolphthalein als Indikator benutzt.

---

1) Journal Amer. Chem. Soc. 1904: 673
2) Zeitschrift für angew. Chem. 1909: 533.
3) Es ist praktisch die Hälfte von 250 cc + hygroskopisches Wasser im Boden wegzunehmen.

3. Die Berechnung der Totalbodenacidität[1]: Wenn man 125 ccm von der Flüssigkeit nach obigem Verfahren genommen und titriert hat, wird die gleiche Menge frischer Flüssigkeit wieder der Bodenmenge zugesetzt. Nach abermaligem 5-tägigen Stehenlassen unter zeitweiligem Umschütteln, oder nach einstündigem Schütteln, wird wieder 125 ccm von der Flüssigkeit genommen und titriert, hierauf wiederholt man dieses Verfahren so lange, bis sich keine Bodenacidität mehr vorfindet.

Wenn man bezeichnet:

y_1=ccm von 1. Titration $\quad a_1=y_2-\frac{1}{2}y_1$

y_2=„ „ 2. „ $\quad a_2=y_3-\frac{1}{2}y_2$

y_3=„ „ 3. „ $\quad a_3=y_4-\frac{1}{2}y_3$

y_4=„ „ 4. „ $\quad a_n=y_{n+1}-\frac{1}{2}y_n$

y_n=„ „ n. „

So ergibt sich folgendes praktische Verhältnis:

$$K=\frac{a_2}{a_1}=\frac{a_3}{a_2}=\frac{a_4}{a_3}\ldots\ldots\frac{a_n}{a_{n-1}}$$

Hieraus kann man die Totalbodenacidität berechnen wie folgt:

Die Acidität beim ersten Mal in Lösung $=2\ y_1$

Die gesamte Acidität bei jedem Male hinzugefügt $2\ (a_1+a_2+a_3\ldots\ldots a_n)$

$$=2\ a_1(1+K+K^2+K^3\ldots\ldots\ K^{n-1})$$

Totalacidität $S=2y_1+2\sum_{n-}^{n} a_n$

$$=2y_1+2\ a_1\sum_{n-1}^{n} K^{n-1}$$

$$=2y_1+\ 2a_1\left(\frac{1-K^n}{1-K}\right)$$

Da K kleiner als 1 ist, wenn man n als infinit betrachtet $(n=\infty)$, ergibt sich folgende:

$$S=2\ \left(\ y_1+\frac{a_1}{1-k}\ \right)$$

---

1) Hier möchte der Verfasser seinen herzlichen Dank den Herren Professor Dr. *T. Terada*, Prof. Dr. *T. Okada* und Dr. *M. Fuji* für ihre wertvolle Hilfe zur Berechnung der Totalbodenacidität ausdrücken.

Der Verfasser hat mit dem *Chichibu*-paläozoischen lehmigen sauren Tonboden aus *Yoshino* je 10 Serien Titrationen ausgeführt und nach der obigen Formel die Totalacidität berechnet, dann wurde diese mit der gefundenen verglichen wie folgt:

$Y_1 = 36{,}64$ ccm $\qquad a_1 = Y_2 - \frac{1}{2} Y_1 = 2{,}600$

$Y_2 = 20{,}92$ „ $\qquad a_2 = Y_3 - \frac{1}{2} Y_2 = 2{,}110$

$Y_3 = 12{,}57$ „ $\qquad a_3 = Y_4 - \frac{1}{2} Y_3 = 1{,}765$

$Y_4 = 8{,}05$ „ $\qquad a_4 = Y_5 - \frac{1}{2} Y_4 = 1{,}255$

$Y_5 = 5{,}28$ „ $\qquad a_5 = Y_6 - \frac{1}{2} Y_5 = 0{,}930$

$Y_6 = 3{,}57$ „ $\qquad a_6 = Y_7 - \frac{1}{2} Y_6 = 0{,}725$

$Y_7 = 2{,}51$ „

$\frac{a_2}{a_1} = 0{,}81$; $\frac{a_3}{a_2} = 0{,}84$; $\frac{a_4}{a_3} = 0{,}71$; $\frac{a_5}{a_4} = 0{,}74$;

$\frac{a_6}{a_5} = 0{,}78$; durchschnittlich $K = 0{,}78 =$ rund 0,8

$$S = 2\left(y_1 + \frac{a_1}{1-k}\right) = 2\left(36.64 + \frac{2.60}{1-0.8}\right) = 99.28 \text{ ccm}$$

Durch wiederholte Titration mit demselben Boden, bis der dabei erhaltene Extrakt fast neutral geworden ist, hat der Verfasser die Totalacidität von 99.17 ccm gefunden.

Totalacidität.... ... ... { Berechnet = 99,28 ccm
Gefunden = 99,17 ccm

Die berechneten sowie gefundenen Totalaciditäten von verschiedenen Böden und der Wert von (K) wurden gefunden wie folgt:

Boden aus	Geologische Formation	Bodenarten	Totalacidität		
			gefunden	berechnet (ccm)	Wert von K
Nara (*Ikoma*)	Granit	Sand	21,52	20,52	0,90
Niigata	Alluvium	Lehm	37,07	37,80	0,85
Gifu	Alluvium	Lehm	28,15	27,40	0,85
Nara (*Yoshino*)	Palaeozoisch	lehmiger Ton	96,42	96,20	0,80
Kumamoto	Mesozoisch	Ton	72,82	72,36	0,85

Die Uebereinstimmung der gefundenen und berechneten Zahlen den Totalacidität beweist die Richtigkeit der Formel und kann man in der Praxis den durchschnittlichen Wert von K=0,85 benützen.

Bei obiger Methode muss man mindestens zwei Titrationen ausführen und die Differenz a_1 zwischen der Menge von 1/10 n NaOH Lösung bei der zweiten Titration und der halben Menge bei der ersten berechnen.

Wenn ein bestimmtes Verhältnis zwischen der Totalacidität und dem Ergebnis bei der ersten Titration besteht, kann man die Bodenacidität bei einmalige Titration bestimmen. Die Totalacidität und das Ergebnis der ersten Titration wurde mit zweiunddreissig verschiedenen Böden festgestellt und das Verhältnis zwischen beiden berechnet, wobei sich folgende durchschnittliche Zahlen ergaben:

$$\frac{\text{Totalacidität}}{\text{1. Titration nach 1 Tage}} = 3.49 = \text{rund } 3.5$$

$$\frac{\text{Totalacidität}}{\text{1. Titration nach 5 Tagen}} = 3.07 = \text{rund } 3.0$$

Wenn man diese durchschnittlichen Zahlen verwendet, so kann man leicht die approximale Totalacidität berechnen.

Der Verfasser hat zur praktischen Verwendung zwei Tabellen dargestellt, von denen die eine zu jedem gefundenen Grade der Totalacidität je die entsprechenden Mengen des Calciumkarbonats und Aetzkalks und die erforderlichen Mengen von beiden zur Neutralisation pro 100 kg Boden angibt, und die andere zum gefundenen Gewicht des 100 ccm lufttrocknenBodens das entsprechende Gewicht des 10 cm tiefen Bodens pro ha. enthält.

Um das Resultat der obigen Aciditätbestimmungsmethode auf seine Richtigkeit zu prüfen, wurden die drei folgenden humusarmen Böden mit der berechneten Menge von $CaCO_3$ gemischt, worauf von Zeit zu Zeit die Reaktion untersucht wurde.

Boden aus	Bodenarten	Totalacidität	Berechnete Menge von $CaCO_3$
Yoshino	Lehmiger Ton	109,92 ccm	0,550 g
Shiga	Ton	55,56 „	0,278 „
Ikoma	Lehmiger Sand	27,15 „	0,136 „

Je 100 g Boden wurden mit der berechneten Menge von CaCO gemischt, mit Wasser angefeuchtet und unter zeitweiligem Umrühren 78 Tage lang stehen gelassen. Hierauf wurde die Reaktion auf Lackmuspapier geprüft, dann so viel Wasser darauf gegossen, dass dasselbe den Boden bedeckte, es diesmal 87 Tage stehen gelassen und ebenfalls der Boden hin und wieder umgeschüttelt. Während dieser 87 Tage wurde die Reaktion dreimal geprüft, nämlich nach 10, 27 und endlich nach 87 Tagen mit nachfolgendem Resultat:

Boden aus	$CaCO_3$ verwendet g	Reaktion des Bodens			
		Nach 78 Tagen	Breizustand		
			n. 10 Tagen	n. 27 Tagen	n. 87 Tagen
Yoshino (*Nara*)	½ von der berechn. Menge = 0,275	stark sauer	sauer	schw. sauer	schw. sauer
	¾ „ „ „ = 0,413	sauer & alkalisch	schw. sauer & alkalisch	neutral	neutral
	1/1 „ „ „ = 0,550	do	do	schw. alkalisch	schw. alkal.
	5/4 „ „ „ = 0,688	do	do	alkalisch	alkal.
	3/2 „ „ „ = 0,825	do	do	do	do
	2/1 „ „ „ = 1,100	do	do	do	do
Shiga	½ von der berechn. Menge = 0,139	stark sauer	sauer	sauer	sauer
	¾ „ „ „ = 0,209	do	sauer	schw. sauer	schw. sauer
	1/1 „ „ „ = 0,278	sauer	schw. sauer	neutral	neutral
	5/4 „ „ „ = 0,345	sauer & alkalisch	schw. sauer & alk.	schw. alkal.	schw. alkal.
	3/2 „ „ „ = 0,417	do	do	alkal.	alkal.
	2/1 „ „ „ = 0,556	do	do	do	do
Ikoma (*Nara*)	½ von der berechn. Menge = 0,068	sauer	sauer	sauer	sauer
	¾ „ „ „ = 0,102	do	do	schw. sauer	schw. sauer
	1/1 „ „ „ = 0,136	do	schw. sauer	do	neutral
	5/4 „ „ „ = 0,170	sauer & alkalisch	schw. sauer & alk.	neutral	neutral
	3/2 „ „ „ = 0,204	do	do	alkalisch	alkalisch
	2/1 „ „ „ = 0,272	do	do	do	do

Dieselben drei Bodenproben wurden mit verschiedenen Mengen von Aetzkalilösung unter zeitweiligem Umschütteln behandelt, und nach 7 Tagen die Reaktion des Bodens geprüft. Resultat wie folgt:

Boden aus	KOH verwendet	Reaktion der Bodens
Yoshino (*Nara*)	3/4 von der berechnten Menge	sauer
	1/1 „ „ „ „	neutral
	5/4 „ „ „ „	alkalisch
Shiga	1/2 von der berechneten Menge	stark sauer
	3/4 „ „ „ „	sauer
	1/1 „ „ „ „	schw. sauer
	5/4 „ „ „ „	neutral
	3/2 „ „ „ „	alkalisch
	2/1 „ „ „ „	do
Ikoma (*Nara*)	1/2 von der berechneten Menge	sauer
	3/4 „ „ „ „	schw. sauer
	1/1 „ „ „ „	neutral
	5/4 „ „ „ „	alkalisch
	3/2 „ „ „ „	do
	2/1 „ „ „ „	do

Aus obigem Ergebnis ersehen wir, dass die Acidität der humusarmen sauren Böden mit der nach der Methode des Verfassers berechneten Menge von KOH oder $CaCO_3$ fast gang neutralisiert.

Weiter hat der Verfasser viele Topfversuche[1] mit verschiedenen Böden und verschiedenen Pflanzen ausgeführt, um die optimale Menge von Kalk zu bestätigen, und das Ergebnis mit berechneter Menge ist folgendes:

1) Die näheren Erklärungen werden später vom Verfasser mit dem Resultat anderer verschiedener Topfversuche mitgeteilt.

Boden	Optimale Menge von $CaCO_3$	Berechnete Menge von $CaCO_3$
Niigata Boden...	1,80 g	1,60 g
Gifu Boden	1,30 „	0,93 „
Shiga Boden	2.80 „	2,56 „
Yoshino Boden...	3,40 „	3,78 „

Die obigen Resultate zeigen, dass die KCl-Methode bei Bestimmung der Acidität des Bodens, die aus den durch Bodenkolloide absorbierten Tonerde- resp. Eisenverbindungen stammt, richtige Resultate liefert und man sie mit Sicherheit in der Praxis verwenden kann.

DIE BODENACIDITÄT UND DER KALKFAKTOR.

Es ist in neuerer Zeit gezeigt worden, dass ein Optimalertrag unter anderen auch von einem gewissen Mengen-Verhältnis zwischen CaO und MgO im Boden abhängt. Zahlreiche Versuche lassen nicht daran zweifeln. *Loew* hat weiter beobachtet, dass die Schädlichkeit des Ueberschusses an Magnesia sehr gross ist, wenn die Reaktion der Nährlösung sauer ist.

Auf des Verfassers Vorschlag hat *Sakamoto* vor einiger Zeit drei verschiedene Böden, welche viele Jahre hinter einander gekalkt worden sind, und drei von gleichem Ursprung jedoch ohne Kalkung und ohne kultiviert gewesen zu sein, untersucht mit folgendem Ergebnis:

Boden I aus		CaO	MgO	CaO : MgO
a) *Ikoma* (*Nara*) ...	mit Kalk	0,291	0,140	2,09
	ohne „	0,121	0,159	0,76
b) *Yoshino* I (*Nara*) ...	mit Kalk	0,381	0,350	1,09
	ohne „	0,100	0,515	0,19
c) *Yoshino* II (*Nara*) ..	mit Kalk	0,364	0,416	0,88
	ohne „	0,073	0,346	0,20

Aus der obigen Tabelle ersehen wir, dass jene drei Böden ursprünglich sehr wenig Kalk enthalten und bei den Böden b und c der Kalkgehalt nur ungefähr ein Fünftel des Magnesiagehaltes beträgt. Es ist nun von Interesse zu beobachten, dass der Boden b durch die Kalkung den für Getreidearten günstigsten Kalkfaktor 1 fast genau erreichte, während bei a die Zahl etwas überschritten und bei c noch nicht ganz erreicht wurde. Immerhin sind alle drei Verhältnisse dem günstigsten Kalkfaktor noch sehr nahe.

Die geologischen Formationen, die Pflanzen, die jährlichen Mengen des gebrannten Kalks und die Anzahl der Jahre der Kalkung sind wiefolgt:

Boden aus	Geologische Formation	Boden arten	Pflanzen		Jährliche Anwendung des Kalks pro ha.	Anzahl der Jahre der Kalkung
			Sommer	Winter		
Ikoma (*Nara*) ...	Granit	Sandlehm	Reis	Nackt-Gerste	2300–2600 Kg	15
Yoshino I (*Nara*)..	*Chichibu*-Paläozoisch	Lehmton	Reis	—	do	15
Yoshino II (*Nara*)..	Tertiär	Lehmton	Reis	Nackt-Gerste	do	20

Später hat der Verfasser gefunden, dass jene unkultivierten Böden eine starksaure Reaktion hatten, die kultivierten und gekalkten Böden hingegen eine neutrale.

Das Bestimmungsresultat der Bodenacidität ist wie folgt:

Boden aus		Boden acidität.
a) *Ikoma* (*Nara*)	mit Kalk	neutral
	ohne „	27,25 ccm
b) *Yoshino* I (*Nara*)	mit Kalk	neutral
	ohne „	31,75 ccm
c) *Yoshino* II (*Nara*)	mit Kalk	neutral
	ohne „	28,50 ccm

Es ist auffallend, dass der Unterschied der Reaktion zwischen den kultivierten und unkultivierten Böden sehr gross ist. Man musste daher diesen Boden kalken, erstens um die saure Reaktion zu verhindern und zweitens, um den Kalkfaktor aufzubessern.

Der Verfasser hat viele saure Böden inbezug auf CaO und MgO-Gehalt untersucht und bemerkt, dass je stärker sauer die Reaktion eines Bodens ist, desto weniger Kalk er enthält, wie folgende Tabelle durchschnittlich ergibt:

Reaktion des Bodens	Silikatacidität des Bodens	Kultivierter Boden		Unkultivierter Boden	
		Anzahl der Bodenproben	Durchschnittlicher Kalkfaktor	Anzahl der Bodenproben	Durchschnittlicher Kalkfaktor
Sehr stark sauer	> 20 ccm	8	0.81	15	0.54
Stark sauer ...	5—20 „			20	0.65
Sauer	1— 5 „	13	0.88	11	0.96
Schwach sauer..	< 1.0 „	12	1.33	29	1.04

ZUSAMMENFASSUNG der ERGEBNISSE.

1) Die Bodenacidität, die in der Praxis eine grosse Rolle spielt, stammt nicht nur von den Humussäuren im Humusboden her, sondern kann auch auf die durch Bodenkolloide absorbierten Tonerde- und Eisenverbindungen im Mineralboden zurückgeführt werden.

2) Da die Humussäuren ebenso wie andere mineralische Kolloide in der Ackererde Tonerde und Eisen-Salze absorbieren und dieselben durch neutrale Salzlösungen wiederum in Lösung zu bringen gestatten, so dürfte wohl die durch Kolloide absorbierte Tonerde und das Eisen nicht nur für die Acidität der Mineralböden, sondern auch für diejenige der humussauren Böden eine ausschlaggebende Rolle spielen.

3) Die schädliche Einwirkung[1] der durch Bodenkolloide absorbierten Tonerde- resp. Eisenverbindungen auf die Vegetation beruht hauptsächlich auf den durch Anwendung des Salzdüngermittels entstehenden sauer reagierenden löslichen Tonerde- resp. Eisenverbindungen.

---

1) Die schädliche Wirkung der löslichen Tonerde- resp. Eisenverbindungen auf die Vegetation wurde vom Verfasser an verschiedenen Pflanzen untersucht; über das Resultat wird ebenso wie über andere Verbesserungsversuche des Sauerbodens späterhin berichtet werden.

4) In *Japan* und *Korea* gibt es viele sauer reagierende Böden: über dreiviertel der Bödenproben beider Länder reagieren sauer und bei mehr als der Hälfte davon beruht die Bodenacidität auf den durch Kolloide absorbierten Tonerde- und Eisenverbindungen.

5) In Bezug auf geologischen Ursprung haben Böden von mesozoischer Formation am häufigsten saure Reaktion, dann folgen tertiäre, paläozoische und Diluvium-Böden. Die Böden des Alluviums reagieren am wenigsten sauer und zwar ist der Prozentsatz der sauren Böden aus mesozoischer Formation etwa zweimal grösser als der von Alluvium.

6) Böden aus sogenannten sauren Gesteinen zeigen einen höheren Prozentsatz der sauren Böden als die Böden aus basischen Gesteinen; die Böden aus vulkanischer Asche ergeben den geringsten Prozentsatz.

7) Der Nachweis der Bodenacität mit Lakmuspapier ist am einfachsten, jedoch sind die *Baumann-* und *Gullysche*, sowie die *Loewsche* Methode genauer und empfindlicher, die *Kaliumnitrit-Methode* des Verfassers ist allerdings ebenso genau wie diese beiden und zugleich viel praktischer.

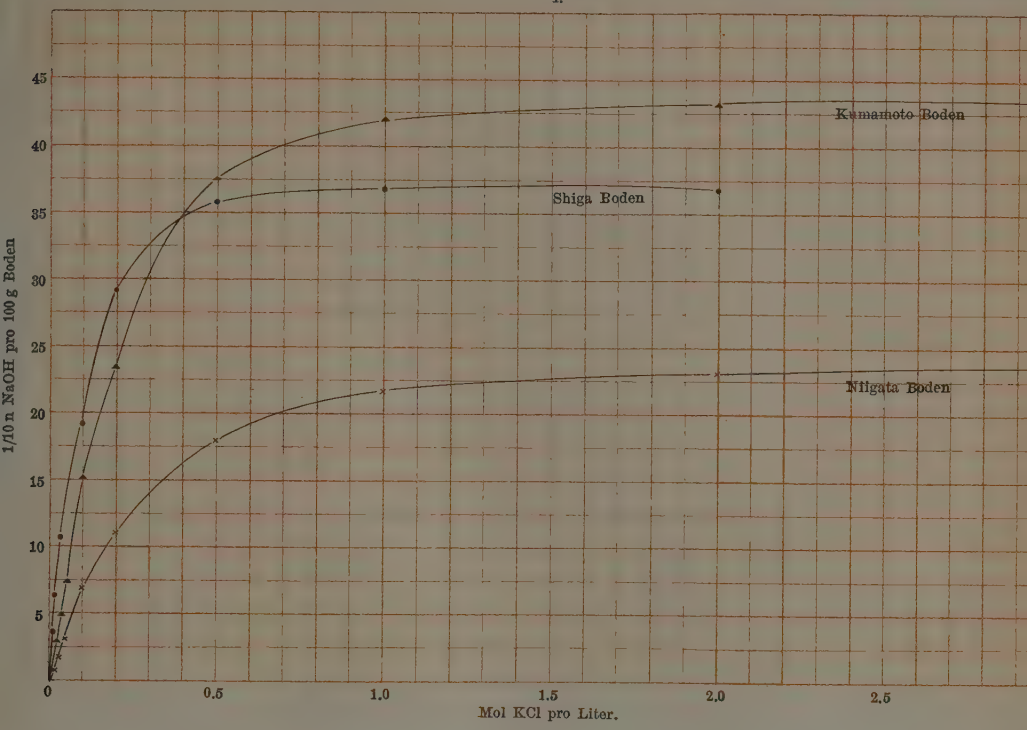
8) Da die durch Kolloide absorbierte Tonerde- und Eisenverbindungen im Boden die charakteristische Eigenschaft haben, in neutralen Salzlösungen eine saure Reaktion zu erzeugen, so kann man mit der *Kaliumchloridmethode* des Verfassers eine solche Bodenacidität nicht nur nachweisen, sondern auch genau bestimmen. Kaliumchlorid kann hierbei nicht durch Natriumchlorid ersetzt werden.

9.) Saure Böden enthalten im allgemeinen wenig Kalk und ihr Kalkfaktor ist meistens ungünstig, da die Magnesia überwiegt.

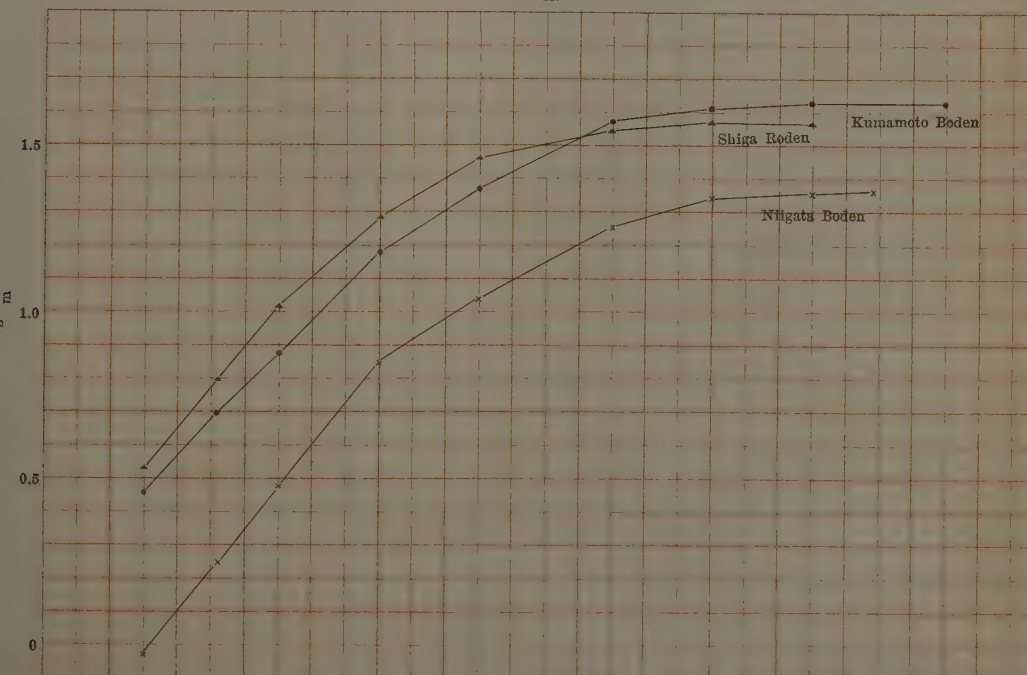
Zum Schluss möchte der Verfasser seinen herzlichen Dank den Herren Direktor Prof. Dr. *Y. Kozai* und Prof. Dr. *O. Loew* für ihren wertvollen Rat und den Herren *Y. Sakamoto*, *M. Yamamoto* und *G. Matsubara* für ihre analytische Hilfe bei dieser Untersuchung ausdrücken.

Besonders ist es dem Verfasser eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. *R. Zsigmondy* für seine freundliche Unterstützung bei den Absorptionsversuchen seinen Dank auszusprechen.

I.


Kumamoto Boden
Shiga Boden
Niigata Boden
1/10 n. NaOH pro 100 g Boden
Mol KCl pro Liter.
0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
5
10
15
20
25
30
35
40
45

II.


Kumamoto Boden
Shiga Boden
Niigata Boden
0
0.5
1.0
1.5

Über die Verwertung von Stengeln und Blättern der Süsskartoffelpflanze (Ipomaea Batatas Lam.) als Futtermittel.

Von

T. KATAYAMA.

Die Kultur der Süsskartoffel ist bei uns von Südwest bis nach Mitteljapan verbreitet und findet sich vielfach auf solchen kleinen Inseln, die bei steilen Gebirgen kaum ebene Landflächen besitzen, was für die Reiskultur ungeeignet ist. Da jedoch die Kultur verhältnissmässig nicht so intensiv ist und das Ackerfeld nur kurze Zeit beansprucht, so baut man diese Kartoffel auch ziemlich viel auf dem fruchtbaren Ackerboden. Die totale Kartoffelernte beträgt etwa 3,2 Millionen Tonnen, die von etwa 290,000 Hectar geerntet werden.[1] Die Süsskartoffel wird hauptsächlich direkt zum Kochen verwendet, zum Teil zu Stärkemehl bearbeitet, und die Abfälle werden jetzt sehr gut für die Fütterung verwendet.

Die oberirdischen Pflanzenteile, namentlich die Stengel und Blätter, gedeihen sehr üppig, das ganze Feld bedeckend, sodass die grossen Mengen dieser Pflanzenteile den Landleuten mit ausgedehntem Süsskartoffelbau lästig fallen. Die abfallenden Stengel (es sind stets die Blätter damit eingeschlossen!), betragen durchschnittlich ca. 13 Tonnen pro Hectar. Trotzdem ist bisher denselben sehr wenig Beachtung geschenkt worden, ja man betrachtet sie vielmehr als einen blossen Ballast, dessen Verwendung immer Schwierigkeiten verursacht. In der Regel ackert man sie einfach gleich nach der Kartoffelernte unter, was noch durch die langen, schwer zerreissbaren Stengel auch nicht so einfach vonstatten geht.

1) Statistical Report of the Department of Agriculture and Commerce 1912.

In Bezug auf die Verwendung der Stengel zu Fütterungszwecken glaubt man oft, dass die grünen Stengel für Haustiere, besonders für das Pferd ganz ungeeignet seien, da sie diätetisch ungünstig, namentlich stark abführend wirkten. Jedoch in einigen Gegenden werden tatsächlich das Milchvieh und die Schweine anhaltend mit grösseren Mengen von Stengeln gefüttert, so lange wie möglich in frischem Zustande, indem dabei nicht irgend eine schädliche Folge, sondern eine günstige Nährwirkung bemerkt wird. Aber man kann die Stengel nur deshalb gar nicht lange verfüttern, weil man gewöhnlich gezwungen wird, alle Kartoffeln auf einmal zu ernten, um für die Bestellung desnächst kommmenden wichtigen Wintergetreides Platz zu machen.[1] Jedenfalls wird im allgemeinen wahrgenommen, dass die Stengel, welche schon in den trockenen Zustand übergegangen sind, für die Tiere sehr wenig nachteilig, sogar ganz unschädlich sind. Trotzdem wird das Austrocken derselben an der Luft auch deswegen von Landwirten nicht gern versucht, weil man für das so zeitraubende Trocknen der sehr wässerigen Stengel eine genügende Ackerfläche, worauf man dieselben zu legen hat, opfern muss, besonders weil es noch oft durch ungünstige Witterung verzögert wird. Auf einigen kleinen Inseln und in gebirgigen Gegenden in Westjapan trocknet man zwar die Stengel in kleinen Haufen an der Luft aus, indem man sie zumeist sehr lange, ja oft über 4 Wochen, einfach im Freien lässt, wonach man sie in der Scheune oder auf dem Dachboden für die Winterfütterung lagert. Da die Blätter dieser Pflanzen rascher dürr werden, als die Stengel und sehr leicht zerbröckeln, so bleibt nach einer so langen Zeit nicht viel mehr übrig als die nackten Stengel, und sie sehen nur wie eine nährarme Strohart aus.

I. UEBER DAS TROCKNEN VON SUESSKARTOFFEL-STENGELN.

Es erscheint nun sehr wünschenswert, den Nährwert der Süsskartof-

1) In den nördlichen Gegenden Mitteljapans werden die Blätter oft schon einige Wochen vor der Kartoffelernte vom Frost beschädigt, und dieselben werden dann von Tieren nicht mehr gern aufgezehrt.

felstengel[1]) als Futtermittel festzustellen, welcher meines Wissens noch unbekannt ist, und ferner die zweckmässigen Konservierungsverfahren zu untersuchen. Um einige Versuche auf diesem Gebiete anzustellen, habe ich Mitte October 1908 eine grosse Menge Kartoffelstengel, die bei der Kartoffelernte auf unserem Versuchsfelde erhalten wurden, gesammelt und dieselben mit Hilfe der Schneidmaschiene in kleine Stückchen von ca. 3–6 cm geschnitten. Die zerkleinerten Stengel wurden gut gemischt und in zwei gleiche Teile eingeteilt, um zweierlei Dauerfutter herzustellen.

Die eine Hälfte wurde auf Strohmatten sehr dünn ausgestreut und täglich bei Tage der freien Luft ausgesetzt. Es war immer gutes Wetter und noch ziemlich warm (13–19°C bei Tage), und die ganze Masse war nach 10 Tagen so gut abgewelkt, dass sie eine genügende Haltbarkeit als Dürrfutter gewonnen hatte. Die andere Hälfte wurde in einem kleinen trommelförmigen Teebereitungsapparate, der zur Verdünstung der gedämpften grünen Teeblätter dient, unter Leitung von Heissluftstrom gerollt, bis alle Stengelchen sehr gut getrocknet waren. Von 213 kg Kartoffelstengeln mit 12,52% Trockensubstanz habe ich 15,2 kg Lufttrockenstengel mit 87,64% und 14,9 kg getrocknete Stengel mit 88,53% erhalten.

Ausser diesem habe ich noch das Einsäuern der Stengel in einem Tongefäss versucht, worüber ich später sprechen möchte.

Was nun den äusseren Befund und die chemische Untersuchung der beiden Trockenstengel anbelangt, so ergab sich für die einzelnen Proben folgendes:

Lufttrockenstengel. Die Blätter hatten eine sehr dunkle Farbe und zerbröckelten sehr leicht, aber die Stengel wiesen ein hellbraunes Stroh auf, das jedoch viel dickfleischiger als das übliche war. Der Geruch war schwach aromatisch und erinnerte etwas an schwarzen Tee. Die chemische Analyse ergab folgende, auf Trockensubstanz berechnete Zusammensetzung:

---

1) Untersuchungen über den Nährwert des gewöhnlichen Kartoffelkrautes wurden von *E. Wildt* (Landw. Jahrbücher 6. Bd, 1877) und von *W. Völtz* u. *A. Baudrexel* (Landw. Jahrbücher 43. Bd., 1912) ausgeführt.

Organ.-Substanz	Rohprotein	N-freie Extraktstoffe	Rohfett	Rohfaser	Eiweiss
%	%	%	%	%	%
88.60	12.44	42.85	3.39	29.92	11.17

Getrocknete Stengel. Das Trockengut besass ein viel dunkleres Aussehen und enthielt mehr feine staubförmige Teilchen als die Lufttrockenstengel. Es hatte einen angenehmen, schwach karamelartigen Geruch, jedoch waren verbrannte Teile nicht wahrnehmbar. Die chemische Zusammensetzung war folgende:

Organ.-Substanz	Rohprotein	N-freie Extraktstoffe	Rohfett	Rohfaser	Eiweiss
%	%	%	%	%	%
90.04	11.04	46.90	3.46	28.64	9.78

Was nun die vorliegenden Ausnutzungsversuche anbetrifft, so war die Anordnung und Durchführung derselben die bei derartigen Untersuchungen übliche. Als Versuchstiere dienten zwei Hammel. Es wäre vielleicht am einfachsten gewesen, die Verdaulichkeit der Trockenstengel in der Weise festzustellen, dass man den Tieren ausschliesslich Stengel verabreicht hätte. Aber es schien nicht ratsam, die Stengel ohne Beifütterung von Stroh oder Heu den Tieren darzubieten, obwohl die ungünstige Beschaffenheit schon während des Trocknens stark geschwächt werden soll. Ich fing daher zunächst mit einer aus Dürrheu bestehenden Grundfutterration an, dann habe ich dieser in den übrigen Perioden die auf ihre Verdaulichkeit hin zu untersuchenden Trockenstengel zugelegt.

Die Versuchstiere waren in der gewohnten Weise mit Harntrichter und Kotbeutel angeschirrt und befanden sich während der ganzen Dauer der Versuche in den bekannten Zwangsställen. Nach 5–8 tägiger vorbereitender Fütterung wurde der eigentliche Versuch begonnen, der 10 Tage dauerte. Der Kot wurde frisch gewogen, der 10. Teil für die Analyse bei ca. 60°C getrocknet. Die Analyse erfolgte nach den üblichen Methoden; Rohfaser nach Weender-Verfahren, Reineiweiss nach Barnstein. Da die Tiere die vollständige Aufnahme der gewöhnlichen Futterration von 1 kg Heu verweigerten, so wurde das Quantum auf bloss 750 Gramm herabgesetzt, um unter allen Umständen einen Futterrest zu vermeiden. Kochsalzgabe war stets 6 g.

Das Futter wies folgenden Gehalt an Trockensubstanz auf:

			Trockensubstanz %	Trockensubstanz g.
I. Periode	750 g	Dürrheu	85.77	643.2
II. „	350 g	Dürrheu	85.77	300.2
	400 g	Lufttrockenstengel	87.64	350.6
III. „	350 g	Dürrheu	85.77	300.2
	400 g	Getrocknete Stengel	88.53	354.1

Die an einzelnen Tagen in der ersten Periode erlangten Zahlen für die Mengen und die Trockensubstanz des Kotes, sowie für den Tränkwasserkonsum sind in den im Anhang befindlichen Tabellen zusammengestellt, aus welchen sich folgende Durchschnittswerte berechen:

	Tränkwasserkonsum	Kot frisch	Kot trocken
Hammel I.	1127	520.6	278.5
„ II.	1359	625.5	298.2

Die Zusammensetzung des verfütterten Heues und des während der Grundfutterperiode von den einzelnen Tieren ausgeschiedenen Kotes war, auf Trockensubstanz bezogen, folgende:

	Heu	Kot	
		Hammel I	Hammel II
	%	%	%
Organische Substanz ...	87.88	79.58	80.16
Rohprotein	10.65	11.50	11.36
N-freie Extraktstoffe ...	43.98	46.90	44.20
Rohfett	1.71	2.67	2.85
Rohfaser	31.52	21.21	23.34
Eiweiss	9.87		

Berechnet man nun aus dem Futterkonsum die Verdauungskoeffizienten für die einzelnen Futterbestandteile, so ergeben sich folgende Werte:

	Trocken-substanz	Organische Substanz	Roh-protein	N-freie Extrakt-stoffe	Rohfett	Rohfaser
	g	g	g	g	g	g
PERIODE I.						
Hammel I (Gewicht 62.0 kg)						
750 g Dürrheu	643.2	565.1	68.5	282.9	11.0	202.7
Im Kot	278.5	221.6	32.0	123.1	7.4	59.1
Verdaut im Ganzen:	364.7	343.5	36.5	159.8	3.6	143.6
Verdaut in Prozenten:	56.7	60.7	53.3	56.5	32.7	70.9
Hammel II (Gewicht 53.3 kg)						
Gesamtverzehr wie Hammel I...	643.2	565.1	68.5	282.9	11.0	202.7
Im Kot	298.2	239.0	33.9	127.1	8.5	69.6
Verdaut im Ganzen:	345.0	326.1	34.6	155.8	2.5	133.1
Verdaut in Prozenten:	53.7	57.7	50.6	55.1	23.0	65.7
Im Durchschnitt:	**55.2**	**59.2**	**52.0**	**55.8**	**27.9**	**68.3**

Das verfütterte Heu enthielt also nach diesem Versuche an verdaulichen Nährstoffen in der Trockensubstanz:

Rohprotein	N-freie Extraktstoffe	Rohfett	Rohfaser	Eiweiss	Stärkewert[1]
%	%	%	%	%	%
5.54	24.54	0.48	21.53	**47.6**	**33.2**

Die in der zweiten und dritten Periode erlangten Durchschnittswerte für die Kotausscheidung und den Tränkwasserkonsum waren folgende:

	Tränkwasserkonsum g	Kot frisch g	Kot trocken g
II. Periode Hammel I ...	889	535.6	293.1
„ II ...	1213	585.6	297.2
III. Periode Hammel I ...	1017	563.9	288.2
„ II ...	1178	573.3	294.5

1) Die Berechnung des Stärkewertes wurde ermittelt nach der in *Kellners* Handbuch "Die Ernährung der landw. Nutztiere" 4. Auflage, S. 581 angegebenen Weise.

Bei der chemischen Analyse des Kotes wurden folgende, auf Trockensubstanz berechnete Zahlen erhalten:

	II. Periode		III. Periode	
	Hammel I. %	Hammel II. %	Hammel I. %	Hammel II. %
Organische Substanz.	81.91	83.51	83.19	83.83
Rohprotein	13.55	13.32	15.32	15.07
N-freie Extraktstoffe.	40.35	39.25	39.92	40.03
Rohfett	2.96	3.00	2.68	2.70
Rohfaser	25.04	27.94	25.26	26.03

Bringt man nun die Ausgaben im Kot von den Einnahmen in Futter in Abzug und berechnet den Teil der verdaulichen Nährstoffe, welcher aus dem Dürrheu stammt, so ergeben sich für die Verdauungskoeffizienten der betreffenden Trockenstengel folgende Werte:

(Siehe die Tabelle auf S. 48)

Wie aus vorstehenden Zahlen ersichtlich ist, weisen bei beiden Sorten von Stengeln die Verdauungskoeffizienten der einzelnen Nährbestandteile fast keine Unterschiede auf. Recht gut stimmen die Verdaulichkeit der stickstofffreien Nährstoffe miteinander überein, während die des Rohproteins stark abweicht. Es ist dies sicherlich auf die Temperatur, die bei dem Trocknen verwendet wurde, zurückzuführen; eine bekannte Tatsache,[1] je höher die Temperatur ist, desto weniger verdaulich wird das Rohprotein. Die beiden Trockenstengel enthielten also die folgenden verdaulichen Nährstoffmengen in der Trockensubstanz:

	Lufttrockenstengel %	Getrocknete Stengel %
Rohprotein	5.54	2.89
N-freie Extraktstoffe	26.14	30.46
Rohfett	1.95	2.28
Rohfaser	16.19	16.01
Eiweiss	4.27	1.73
Stärkewert	32.6	35.9

1) *O. Kellner.* Die Ernährung der landw. Nutztiere 4. Auflage S. 261; *J. Volhard,* Landw. Versuchsstationen 58. Bd. 1903 S. 43; und *Montanari,* Zentralbl. für Agr. Chemie 1908 Heft 11.

	Trocken-substanz g	Organische Substanz g	Roh-protein g	N-freie Ex-traktstoffe g	Rohfett g	Rohfaser g
PERIODE II.						
Hammel I (Gewicht 61.2 kg)						
350 g Dürrheu	300,2	263.8	32.0	132.0	5.1	94.6
400 g Lufttrockenstengel... ...	350.6	310.6	43.6	150.2	11.9	104.9
Gesamtverzehr:	650.8	574.4	75.6	282.2	17.0	199.5
Im Kot	293.1	240.1	39.7	118.3	8.6	73.4
Verdaut im Ganzen:	357.7	334.3	35.9	163.9	8.4	126.1
„ von Dürrheu:	170.2	160.3	17.0	74.6	1.7	67.0
„ von den Luft-trockenstengeln:	187.5	174.0	18.9	89.3	6.7	59.1
Verdaut in Prozenten:	53.5	56.0	43.4	59.5	56.3	56.3
Hammel II (Gewicht 53.0 kg)						
Gesamtverzehr wie Hammel I..	650.8	574.4	75.6	282.2	17.0	199.5
Im Kot	297.2	248.2	39.6	116.7	8.9	83.0
Verdaut im Ganzen:	353.6	326.2	36.0	165.5	8.1	116.5
„ von Dürrheu:	161.0	152.2	16.1	72.7	1.1	62.1
„ von den Luft-trockenstengeln:	192.6	174.0	19.9	93.8	7.0	54.4
Verdaut in Prozenten:	55.0	56.0	45.6	62.5	58.8	51.9
Im Durchschnitt:	**54.3**	**56.0**	**44.5**	**61.0**	**57.6**	**54.1**
PERIODE III.						
Hammel I (Gewicht 60.0 kg)						
350 g Dürrheu	300.2	263.8	32.0	132.0	5.1	94.6
400 g Getrocknete Stengel ...	354.1	318.8	39.1	166.1	12.3	101.4
Gesamtverzehr:	654.3	582.6	71.1	298 1	17.4	196.0
Im Kot	288.2	239.8	44.2	115.0	7.8	72.8
Verdaut im Ganzen:	366.1	342.8	26.9	183.1	9.6	123.2
„ von Dürrheu:	170.2	160.3	17.0	74.6	1.7	67.0
„ von den getrock-neten Stengeln:	195.9	182.5	9.9	108.5	7.9	56.2
Verdaut in Prozenten:	55.3	57.2	25.3	65.3	64.3	55.4
Hammel II (Gewicht 52.0 kg)						
Gesamtverzehr wie Hammel I.	654.3	582.6	71.1	298.1	17.4	196.0
Im Kot	294.5	246.9	44.4	117.9	8.0	76.7
Verdaut im Ganzen:	359.8	335.7	26.7	180.2	9.4	119.3
„ von Dürrheu:	161.0	152.2	16.1	72.7	1.1	62.1
„ von den getrock-neten Stengeln:	198.8	183.5	10.6	107.5	8.3	57.2
Verdaut in Prozenten:	56.1	57.5	27.1	64.7	67.4	56.4
Im Durchschnitt:	**55.7**	**57.4**	**26.2**	**65.0**	**65.9**	**55.9**

Im allgemeinen dürfte der Lufttrockenstengel seiner Zusammensetzung und Verdaulichkeit, sowie auch seinem Stärkewert nach einem Dürrheu von mittler Güte, die *O. Kellner* in seiner Fütterungstabelle[1] angibt, beinah gleich kommen. Vergleicht man weiter denselben mit dem zu den vorliegenden Versuchen verwendeten Dürrheu, sowie mit dem gewöhnlich von unseren Landleuten für den Erhaltungszweck benützten Rauhfutter, das nach *Kellner*schen Untersuchungen[2] folgende Nährwerte haben soll, so muss er, das Reisstroh an Güte übertreffend, wenigstens unter unseren japanischen Rauhfutterarten als ein solches von sehr guter Sorte bezeichnet werden:

	Rohnährstoffe				Verdaul. Nährstoffe			
	Rohprotein %	N-freie Extraktstoffe %	Rohfett %	Rohfaser %	Rohprotein %	N-freie Extraktstoffe %	Rohfett %	Rohfaser %
Gewöhnliches Heu No. I.	9.9	42.2	2.6	35.3	4.3	22.2	1.2	22.6
„ „ II.	12.2	42.3	3.1	33.2	7.4	24.3	1.5	21.7
„ „ III.	9.3	45.6	3.3	32.6	3.2	23.7	1.7	18.6
Im Durchschnitt:	10.5	43.4	3.0	33.7	5.0	23.4	1.5	21.0
Heu von unkultivierten Ländereien No. I.	8.9	40.0	3.4	40.4	3.6	17.5	1.5	26.1
Heu von unkultivierten Ländereien No. II.	7.0	42.5	3.3	40.5	1.6	17.5	1.3	25.6
Heu von Imperata arundinacea	10.8	35.7	2.8	42.4	5.6	16.0	1.1	23.7
Stroh vom Sumpfreis ...	6.8	24.8	2.2	48.7	3.2	8.8	0.9	28.3
„ „ „ Bergreis	6.8	32.1	2.2	40.4	3.0	9.3	1.1	22.3

Ausserdem habe ich bei der Verabreichung der Trockenstengel durchaus keine gesundheitsschädliche Wirkung derselben bemerkt, obwohl ich über 6 Wochen lang mit 400 Gramm die beiden Hammel gefüttert

1) Ebenda, S. 581.
2) Imperial University, College of Agriculture. Tokyo, Japan. Bulletin No. 2.

habe, die immer mit grosser Begierde frassen. Es erscheint deswegen sehr wünschenwert, die Stengel und Blätter der Süsskartoffel nicht als blossen Ballast zu betrachten, sondern als ein gutes Rauhfutter zu verwerten, besonders weil das Bedürfnis für billiges Rauhfutter fortwährend grösser wird, um unseren Viehstand zu verbessern.

Die diätetisch ungünstige Wirkung der Süsskartoffelstengel erinnert zwar an die Oxalsäurevergiftung des Zuckerrübenkrautes,[1] die bei der Trocknung desselben durch die Oxydation der Oxalsäure stark geschwächt wird, aber diese Säure wird in den Stengeln nur in Spuren gefunden, während Gerbsäure zu ca. 1% in der Trockensubstanz enthalten ist. Obwohl meine diesbezüglichen Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind, möchte ich hier nur eine kurze Mitteilung machen über einen negativ ausgefallenen Versuch. Ich habe nämlich zwei Kaninchen 5 Tage lang ausschliesslich mit frischem Süsskartoffelkraut gefüttert. Die Tiere nahmen es ohne Zögern und vertrugen diese Nahrung ohne jede gesundheitliche Störung. Danach habe ich noch zwei anderen Kaninchen je 200 g Presssaft aus frischen Stengeln in den hungernden Magen eingespritzt, um eine eventuelle Giftwirkung drastischer hervortreten zu lassen, jedoch habe ich auch dabei gar keine Vergiftungserscheinungen bemerkt.

Die einzige grosse Unbequemlichkeit für die Verwertung der Stengel ist vor allem die zeitraubende Trocknung derselben. Jedenfalls muss man darauf achten, dass man sobald wie möglich die Stengel in die Scheune bringt, nachdem man sie entweder auf dem Felde oder sonst irgendwo im Freien völlig lufttrocken hat werden lassen, damit die Stengel und Blätter nicht durch ungünstige Witterung ausgelaugt werden und verwittern.

Es wäre sehr zweckmässig, wenn man den Stengel möglichst lange an der Luft abwelken liesse und bei ungünstigem Wetter mit Hilfe einer maschinellen Vorrichtung trocknete. In Europa hat man in letzter Zeit

1) *E. Pott*, Handbuch der tierischen Ernährnng und der landw. Futtermittel 1. Bd., S. 99, und *F. Honcamp* u. *T. Katayama*, Landw, Versuchsstationen 1907, 67. Bd. S. 443.

mit Erfolg das Dauerfutter, Kartoffel[1] und Rübenkraut[2] durch verschiedene Trocknungsapparate getrocknet, jedoch sind solche für vorliegenden Zweck viel zu gross und zu teuer, um sie bei uns einzuführen, da unser landwirtschaftlicher Betrieb sehr klein ist.

Wenn man nun die Werte für den Lufttrockenstengel auf den Stengel im frischen Zustande umrechnet, welcher 12% Trockensubstanz enthält, so erhält man folgende Zahlen:

	Rohprotein %	N-freie Extraktstoffe %	Rohfett %	Rohfaser %	Eiweiss %	Stärkewert %
Rohnährstoffe...	1.49	5.14	0.41	3.59	1.34	
Verdauliche Nährstoffe...	0.66	3.14	0.23	1.91	0.51	5.0

Der frische Stengel ist ein sehr wässeriges, seiner Zusammensetzung nach dem Rübenkraut ähnliches Futter, und er eignet sich nicht zur alleinigen Verfütterung. Der Stengel darf nur in beschränkten Mengen und gleichzeitig in Verbindung mit Stroh, Dürrheu oder mit anderem derartigen Trockenfutter gefüttert werden. Trotzdem ist natürlich die Verabreichung der Stengel in frischem Zustande die beste Verwertung, weil damit weder grosse Nährstoffverluste noch anderweitige Unkosten verbunden sind.

II. UEBER DAS EINSÄUERN VON SÜSSKARTOFFELSTENGELN IN TONGEFÄSSEN.

Wie ich schon anfangs erwähnte, habe ich in kleinem Massstabe das Einsäuern[3] der Süsskartoffelstengel versucht, welches im allgemeinen aus Mangel an einem besseren Konservierungsverfahren in Betracht kommt,

1) Landw. Versuchsstationen 1908, 68. Bd. S. 39.

2) Ebenda 1907, 67, Bd. S. 443.

3) Bei den Einsäuerungsverfahren hat mir Herr Kollege Dr. *W. Yamashita* freundlichst mündlichen Rat gegeben, dem ich dafür auch an dieser Stelle meinen besten Dank sage.

obwohl in Ensilage gewöhnlich grosse Nährstoffverluste eintreten.[1] Wenn das Einmieten der Süsskartoffelstengel in Gruben so einfach ausführbar wäre wie bei anderem Sauerfutter, so würde es sicherlich für unsere Landwirte sehr zweckmässig sein. Ich habe zuerst als vorläufigen Versuch ein Tongefäss von ca. 80 l mit kurz geschnittenen Stengeln gefüllt, und wiederum im Jahre 1911 diesen Versuch mit zwei grösseren Gefässen wiederholt.

Die im Gefäss eingestampfte Masse wurde mit einem Holzdeckel bedeckt, auf den noch 2 schwere Steine als Gewicht zum Pressen gelegt wurden. Aber der obere Teil wird sehr leicht nach einigen Tagen dunkelbraun und verdirbt danach so sehr, dass man endlich den Versuch erneuern muss. Dieses Braunwerden kann man jedoch dadurch beschränken, dass man die Stengel einmal auskocht oder im Wasser stehen lässt. Denn es ist höchst wahrscheinlich auf die Oxydation derjenigen Bestandteile im Saft zurückzuführen, die sehr oxydierbar sind, wie z. B. Gerbsäure unter der Mitwirkung von Enzymen. Ich habe daher eine genügende Menge Wasser in das Gefäss gegossen, so dass die Flüssigkeit gerade noch die ganze Masse bedeckte, und dadurch der Luftzutritt möglichst verhindert wurde.

Das Einsäuern ging normal in dieser Weise von statten, und mit dem Sauerfutter wurde erst nach 4 Monaten von Ende März an gefüttert (I. Versuchsreihe, IV. Periode).

Von dem Gefäss, das anfangs 60 kg frischer Stengel (7.7 kg Trockensubstanz) enthielt, wurden vor der Verfütterung ausser 4.6 kg der oberen dunkelbraunen Schicht auch etwa 5 l überfliessenden sehr dünnen säuerlichen Saftes entfernt; hiernach waren 64.5 kg Sauerstengel (6.4 kg Trockensubstanz), nämlich etwa 85% der ursprünglichen Trockensubstanz zur Fütterung verwendbar geblieben.

---

1) *M. Maerker*, Fütterungslehre S. 80; *O. Kellner*, Landw. Versuchsstationen 1880, Bd. 25, S. 447, und „die Ernährung der landw. Nutztiere" IV. Aufl. S. 240; *B. Schulze*, Centralblatt für Agricultur Chemie 1887, S. 96; *Fr. Tangl* u. *S. Weiser*, Landw. Versuchsstationen 1911, Bd. 74, S. 263.

Das verfütterte Sauerfutter sah sehr gut aus und hatte angenehm säuerlichen Geruch, aber dasselbe war so wässrig, dass es einen Wassergehalt von 90% zeigte. Die Tiere frassen nicht gern genügende Mengen, nicht allein wegen des Sauergeschmacks und der starken Nässe, sondern auch wegen des grösseren Futtervolumens, besonders konnte Hammel II nicht 1 kg davon vertragen. Ich habe daher in dem vorliegenden Versuche den Tieren nur 900 g Sauerfutter nebst 500 g eines guten Dürrheues verabreicht, dessen Verdaulichkeit gesondert festgestellt worden war.

Die Zusammensetzung der verabreichten Futtermittel, sowie die Verdaulichkeit des Dürrheues waren, auf Trockensubstanz bezogen, folgende:

	Trockensubstanz		Verdauungskoeffizienten des Dürrheues	
	Sauerstengel	Dürrheu	Hammel I	Hammel II
	%	%	%	%
Organische Substanz ...	89.35	86.99	64.5	63.8
Rohprotein	14.91	10.64	55.9	55.6
N-freie Extraktstoffe ...	39.17	43.87	61.5	61.6
Rohfett	3.80	1.70	40.8	35.7
Rohfaser	31.47	30.92	73.1	71.4
Eiweiss...	10.45	9.90		

Von den beiden Tieren zum Verzehren vorgelegten Futtermitteln enthielt der Sauerstengel 9.94, das Dürrheu 84.53% Trockensubstanz. Der Kot wurde täglich vom Hammel I mit 234.1 g, vom Hammel II mit 239.1 g in der Trockensubstanz ausgeschieden. Darin war enthalten in Prozenten:

	Hammel I.	Hammel II.
Organische Substanz	76.76	76.34
Rohprotein	11.93	12.47
N-freie Extraktstoffe	41.61	39.44
Rohfett	2.69	2.62
Rohfaser	20.53	21.81

Die Verdauungskoeffizienten sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

	Trocken-substanz g	Organische Substanz g	Roh-proteïn g	N-freie Ex-traktstoffe g	Rohfett g	Rohfaser g
PERIODE IV.						
Hammel I. (Gewicht 58.5 kg)						
500 g Dürrheu	422.7	367.7	45.0	185.3	7.2	130.7
900 g Sauerstengel	89.5	80.0	13.3	35.1	3.4	28.2
Gesamtverzehr :	512.2	447.7	58.3	220.4	10.6	158.9
Im Kot	234.1	179.7	27.9	97.4	6.3	48.1
Verdaut im Ganzen :	278.1	268.0	30.4	123.0	4.3	110.8
„ vom Dürrheu :	253.4	237.1	25.1	113.9	2.9	95.6
Verdaut von den Sauerstengeln :	24.7	30.9	5.3	9.1	1.4	15.2
Verdaut in Prozenten :	27.6	38.6	39.9	26.0	41.2	54.1
Hammel II. (Gewicht 50.5 kg)						
Gesamtverzehr wie Hammel I.	512.2	447.7	58.3	220.4	10.6	158.9
Im Kot	239.1	182.5	29.8	94.3	6.3	52.1
Verdaut im Ganzen :	273.1	265.2	28.5	126.1	4.3	106.8
„ vom Dürrheu :	249.1	231.8	24.8	114.3	2.2	90.9
Verdaut von den Sauerstengeln :	24.0	33.4	3.7	11.8	2.1	15.9
Verdaut in Prozenten :	26.9	41.7	27.8	33.6	61.7	56.4
Im Durchschnitt :	27.3	40.2	33.9	29.8	51.5	54.6

Da in diesem Versuchsabschnitte die verfütterte Sauerstengelmenge verhältnismässig zu klein war, sollte unvermeidlich eine ziemlich grössere Fehlergrenze für die Berechnung der Verdauungskoeffizienten gestattet werden, jedoch ist aus den vorstehenden Zahlen leicht ersichtlich, dass die Nährbestandteile des Sauerstengels sehr schlecht verdaulich sind. Wenn man nun die rohe und verdauliche Nährstoffmenge des verfütterten Sauerstengels mit der des ursprünglichen grünen vergleicht, indem man für die Verdauungskoeffizienten des letzteren die für Lufttrockenstengel

in den vorhergehenden Versuchen ermittelten Werte verwendet, so ergeben sich folgende Zahlen in der Trockensubstanz:

	Frischer Stengel		Sauerstengel	
	roh %	verdaulich %	roh %	verdaulich %
Rohprotein	15.63	7.0	14.91	5.1
N-freie Extraktstoffe	40.27	24.6	39.17	11.7
Rohfett	2.85	1.6	3.80	2.0
Rohfaser	27.70	15.0	31.47	17.2
Eiweiss	13.81	5.1	10.45	0.6

Die vorstehenden Zahlen zeigen, dass bei der Einsäuerung die verdaulichen Nährstoffe des Stengels eine starke Einbusse erlitten. Der Sauerstengel war ärmer an Nährstoffen und reicher an Rohfaser als der frische, und ähnelte nunmehr in Bezug auf den Nährwert in der Trockensubstanz dem Reisstroh.

Es kann jedoch die Herstellung eines Sauerstengels von noch etwas besserer Qualität durch die Verbesserung des Einsäuerungsverfahrens als wahrscheinlich erwartet werden. Ich habe daher wiederum Ende Oktober 1911 einen zweiten Versuch angestellt, indem ich die frisch geschnittenen Stengel so stark presste, dass die ganze Masse sich dicht zusammenlegte, wobei kein Aufgusswasser gebraucht wird.

Zwei Tongefässe von etwa 2 Hektoliter Rauminhalt wurden mit geschnittenen Stengeln gefüllt, indem jedesmal etwa 10–20 kg in das Gefäss hinein geworfen und mit den Füssen so lange getreten wurden, bis der obere Teil der Masse durch den ausgepressten Saft etwas nass wurde. Endlich wurde die eingestampfte Masse mit einem dicken Holzdeckel bedeckt und auf diesen viele Ziegelsteine im Gewicht von ca. 300 kg gelegt. Die Masse senkte sich durch das Gewicht nach und nach und andererseits stiegen die dunkelbraunen Säfte so hoch hinauf, dass sie nach 15 Tagen den Holzdeckel bedeckten und dadurch das Gewicht auf ca. 200 kg erleichtert wurde.

Um nun genau zu erkennen, wie gross der Verlust an verdaulichen Nährstoffen beim Einsäuern ist, was bis jetzt in den wenigsten Fällen

bestimmt worden war, habe ich gleichzeitig noch einen Lufttrockenstengel aus demselben grünen Material hergestellt und dessen Nährwert mit dem des Sauerstengels verglichen.

Da ich aber den Lufttrocken- und Sauerstengel in Verbindung mit Heu verabreichen musste, so habe ich zunächst die Verdaulichkeit des Dürrheues ermittelt.

Die Futterration und Kotmenge sowohl in der Heuperiode wie auch in den anderen beiden waren folgende:

II. Versuchsreihe		Trockensubstanz %	Kot frisch g.	Kot trocken g
V. Periode				
Hammel I...	800 g Heu	88.35	691.1	301.5
„ II...	750 g „	„	861.1	276.8
VI. Periode				
Hammel I...	550 g Heu	88.03	796.0	279.8
	1500 Sauerstengel	11.53		
„ II...	450 g Heu	88.03	693.5	219.0
	1200 g Sauerstengel	11.53		
VII. Periode				
Hammel I...	400 g Heu	87.71	601.5	308.0
	400 g Lufttrockenstengel	86.92		
„ II...	350 g Heu	87.71	611.3	273.0
	400 g Lufttrockenstengel	86.92		

Die chemische Analyse ergab folgende, auf Trockensubstanz berechnete Zusammensetzung für das Heu und den Kot:

		Kot	
	Dürrheu	Hammel I.	Hammel II.
Organische Substanz ...	87.23	77.59	77.71
Rohprotein	11.36	11.74	12.17
N-freie Extraktstoffe ...	44.49	39.40	41.87
Rohfett	2.21	3.07	2.59
Rohfaser	29.17	23.39	21.07
Eiweiss	10.81		

Die Verdauungskoeffizienten des Heues sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

	Trocken-Substanz g	Organische Substanz g	Roh-protein g	N-freie Extraktstoffe g	Rohfett g	Rohfaser g
PERIODE V.						
Hammel I. (Gewicht 41.5 kg)						
800 g Dürrheu	706.8	616.5	80.3	314.5	15.6	206.2
Im Kot	301.5	233.9	35.4	118.8	9.3	70.5
Verdaut im ganzen:	405.3	382.6	44.9	195.7	6.3	135.7
Verdaut in Prozenten:	67.4	62.1	55.9	62.2	40.4	65.8
Hammel II. (Gewicht 35.8 kg)						
750 g Dürrheu	662.6	578.0	75.3	294.8	14.6	193.3
Im Kot	276.8	215.1	33.7	115.9	7.2	58.3
Verdaut im ganzen:	385.8	362.9	41.6	178.9	7.4	135.0
Verdaut in Prozenten:	58.2	62.8	55.3	60.7	50.7	69.8
In Durchschnitt:	57.8	62.5	55.6	61.5	45.6	67.8

Das eine der beiden Gefässe, das Mitte Oktober 1911 mit 116.7 kg frischen Süsskartoffelstengeln gefüllt wurde, wurde Mitte Februar des folgenden Jahres geöffnet. Man fand in diesem Falle gar keine verdorbene Masse, sondern nur bräunlichgrün gefärbten Sauerstengel in einer obersten dünnen Schicht, darauf gleich den sehr angenehm riechenden hellgrün gefärbten.

Bei der Verabreichung des Sauerstengels muss man aber darauf achten, dass das Futter sofort von den Tieren aufgezehrt wird, wenn es aus dem Gefäss herausgenommen wird, sonst wird es bald braun und geschmacklos. Infolgedessen wurde der Sauerstengel bei jeder Mahlzeit, nämlich 3 mal täglich, wie es beim ersten Versuche geschehen war, frisch herausgenommen und davon 500 g und 400 g zur Fütterung von Hammel I bezw. von Hammel II je nach deren Fresslust, sowie gleichzeitig 40 g

zur Bestimmung des Wassergehaltes abgewogen. Der Trockensubstanzgehalt des verfütterten Sauerstengels schwankte sehr wenig, von 11.22 bis 12.05%, und betrug im Durchschnitt 11.53%.

Die chemische Zusammensetzung der Sauerstengel und des Kotes war in der Trockensubstanz folgende:

	Sauerstengel %	Kot Hammel I. %	Kot Hammel II. %
Organische Substanz ...	87.90	79.52	79.63
Rohprotein	12.97	13.62	13.32
N-freie Extraktstoffe ...	43.51	39.76	40.49
Rohfett	4.23	3.31	3.03
Rohfaser	27.18	22.84	22.79

Die Verdauungskoeffizienten sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

(Siehe die Tabelle auf S. 59)

Wie ersichtlich, stimmen die Verdauungskoeffizienten für einzelne Bestandteile befriedigend überein und sind viel höher als die der Sauerstengel in dem ersten Versuch. Die Menge der verdaulichen Nährstoffe will ich später zugleich mit den Lufttrockenstengeln besprechen.

Nach Beendigung der Ausnutzungsversuche wurde der im Gefäss noch zurückgebliebene Sauerstengel gewogen, um die Gesamtmenge desselben festzustellen, und ich habe dabei keinen nennenswerten Verlust an Trockensubstanz bei diesem Einsäuern gefunden, wie folgende Ziffern beweisen:

		Trockensubstanz %	Trockensubstanz kg
Das Gefäss erhielt an frischem Stengel...	116.7 kg	11.20	13.07
Aus dem Gefäss genommen			
Sauerstengel	93.46	11.53	10.77
„	18.60	10.70	1.99
Säfte	3.31	1.21	0.04
		Total	12.80

	Trocken-substanz g	Organische Substanz g	Roh-proteïn g	N-freie Ex-traktstoffe g	Rohfett g	Rohfaser g
PERIODE VI.						
Hammel I. (Gewicht 40.9 kg)						
550 g Dürrheu	484.2	422.4	55.0	215.4	10.7	141.2
1500 g Sauerstengel	173.0	152.1	22.4	75.3	7.3	47.0
Gesamtverzehr:	657.2	574.5	77.4	290.7	18.0	188.2
Im Kot	279.8	222.5	38.1	111.3	9.3	63.9
Verdaut im ganzen:	377.4	352 0	39.3	179.4	8.7	124.3
Verdaut vom Dürrheu:	277.9	262.3	30.7	134.0	4.3	92.9
Verdaut von den Sauerstengeln:	99.5	89.7	8.6	45.4	4.4	31.4
Verdaut in Prozenten:	57.5	59.0	38.4	60.3	60.3	66.8
Hammel II. (Gewicht 35.1 kg)						
450 g Dürrheu	396.1	345.5	45.0	176.2	8.8	115.5
1200 g Sauerstengel...	138.4	121.1	18.0	60.2	5.9	37.6
Gesamtverzehr:	534.5	467.2	63.0	236.4	14.7	153.1
Im Kot	219.0	174.4	29.2	88.7	6.6	49.9
Verdaut im ganzen:	315.5	292.8	33.8	147.7	8.1	103.2
Verdaut vom Dürrheu:	230.5	217.0	24.9	107.0	4.5	80.6
Verdaut von den Sauerstengeln:	85.0	75.8	8.9	40.7	3.6	22·6
Verdaut in Prozenten:	61.4	62.3	49.4	67.6	61.0	60.1
Im Durchschnitt:	59.5	60.7	43.9	64.0	60.7	63.5

Der Lufttrockenstengel wurde, auf Matten vor Wind und Regen geschützt, sehr sorgfältig hergestellt. Da das Wetter aber am Anfang der Trocknung oftmals ungünstig war, so dauerte sie etwa 2 Wochen. Von 178.7 kg frischen Süsskartoffelstengeln wurden 22.83 kg Lufttrockenstengel mit 86,92% Trockensubstanz erhalten.

Die chemische Zusammensetzung der Lufttrockenstengel und des Kotes waren in der Trockensubstanz folgende:

	Lufttrockenstengel	Kot	
		Hammel I.	Hammel II.
	%	%	%
Organische Substanz	87.96	82.22	81.63
Rohprotein	12.62	14.46	14.41
N-freie Extraktstoffe	44.86	39.21	40.11
Rohfett	3.15	3.63	3.19
Rohfaser	27.34	24 91	23.93
Eweiss	10.79	24.01	23.93

Die Verdauungskoeffizienten sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

(Siehe die Tabelle auf S. 61)

Dieser Lufttrockenstengel ist der Zusammensetzung und den verdaulichen Nährstoffmengen nach dem des vorhergehenden Versuchsabschnittes sehr ähnlich.

Wenn man nun die Nährstoffmenge der Sauerstengel mit der der Lufttrockenstengel vergleicht, so ergeben sich folgende prozentische Zahlen in der Trockensubstanz:

	Lufttrockenstengel			Sauerstengel		
	Roh-nährstoffe	Verdauungs-koeffizienten	Verdauliche Nährstoffe	Roh-nährstoffe	Verdauungs-koeffizienten	Verdauliche Nährstoffe
Organische Substanz ...	87.96	57.4	50.5	87.90	60.7	53.4
Rohprotein	12.62	42.4	5.4	12.97	43.9	5.7
N-freie Extraktstoffe ...	44.86	62.3	27.9	43.51	64.0	27.7
Rohfett	3.16	45.9	1.4	4.23	60.7	2.6
Rohfaser	27.34	58.0	15.9	27.18	63.5	17.3
Eiweiss	11.79		4.6	10.92		3.6
Amide	0.83			2.05		

Aus den vorstehenden Zahlen erkennt man, dass eine geringe Verminderung der stickstofffreien Extraktstoffe in der Zusammensetzung bei der Einsäuerung entstand, und ein Teil des Eiweisses in minderwertige, nicht proteïnartige Substanz übergeführt wurde. Diesem Verlust gegenüber sieht man eine Vermehrung der verdaulichen Mengen von Rohfett und Rohfaser im Sauerstengel. Die Vermehrung des Rohfettes ist bekanntlich eine Folge davon, dass andere, nicht zu den Fetten gehörende

	Trocken-substanz g	Organische Substanz g	Roh-protein g	N-freie Ex-traktstoffe g	Rohfett g	Rohfaser g
PERIODE VII.						
Hammel I. (Gewicht 40.6 kg)						
400 g Dürrheu	350.8	306.0	39.9	156.1	7.8	102.3
400 g Trockenstengel	347.7	305.8	43.9	156.0	11.0	95.1
Gesamtverzehr:	698.5	611.8	83.8	312.1	18.8	197.4
Im Kot	308.0	253.2	44.5	120.8	11.2	76.7
Verdaut im ganzen:	390.5	358.6	39.3	191.3	7.6	120.7
Verdaut vom Dürrheu:	201.4	190.0	22.3	97.1	3.2	67.3
Verdaut von den Trockenstengeln:	189.1	168.6	17.0	94.2	4.4	53.4
Verdaut in Prozenten:	54.4	55.1	38.7	60.4	40.0	56.2
Hammel II. (Gewicht 35.5 kg)						
350 g Dürrheu	307.0	267.8	34.9	136.6	6.8	89.6
400 g Trockenstengel	347.7	305.8	43.9	156.0	11.0	95.1
Gesamtverzehr:	654.7	573.6	78.8	292.6	17.8	184.7
Im Kot	273.0	222.8	39.3	109.5	8.7	65.3
Verdaut im ganzen:	381.7	350.8	39.5	183.1	9.1	119.4
Verdaut vom Dürrheu:	178.7	168.2	19.3	82.9	3.4	62.5
Verdaut von den Trockenstengeln:	203.0	182.6	20.2	100.2	5.7	56.9
Verdaut in Prozenten:	58.4	59.7	46.0	64.2	51.8	59.8
In Durchschnitt:	56.4	57.4	42.4	62.3	45.9	58.0

Stoffe, wie z. B. Milchsäure und Buttersäure, die hauptsächlich aus Kohlenhydraten gebildet werden, bei der Analyse in die ätherische Fettlösung übergehen. Die Menge der verdaulichen stickstofffreien Extraktstoffe des Sauerstengels, von denen ein nicht unbedeutender Teil aus minderwertigen Säuren entstanden sein mag, war aber ebenso gross wie die im Lufttrockenstengel.

Jedenfalls ist ersichtlich, dass der Nährwent des Süsskartoffelstengels durch das Einsäuern gar keinen bedeutenden Einfluss erlitten hat.

Solche Resultate wurden nur bei Sauermais in den Vereinigten Staaten

beobachtet, während in anderen Fällen immer ein erheblicher Verlust an Nährstoffen in mehreren Einsäuerungsversuchen erfahren wurde. Nach *W. A. Johnson* und *F. H. Hall*[1] wies der Sauermais in 8 Versuchen unter 10, welche sie zusammenstellten, einen etwas höheren Verdauungskoeffizienten als getrocknetes Futter auf. *Fr. Tangl* und *S. Weiser*[2] versicherten auch nach ihren Versuchen in Ungarn, dass der Nährwert des Maisstrohes durch die Konservierung in Silos nur in geringem Masse vermindert, während die Bekömmlichkeit gesteigert wird.

Die günstigen Resultate des Sauerstengels dieser Versuche sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass das Einmieten nicht nur in einem verbesserten Verfahren ausgearbeitet, sondern auch, dass das Einmieten nicht über 3 Monate in der kältesten Zeit dauerte. Andererseits konnte auch möglicherweise irgendein Verlust an Nährstoffen bei der Herstellung des Lufttrockenstengels auftreten, welcher Prozess infolge der mangelnden Trockenheit über 10 Tage dauerte, durch die Atmung der noch lebenden Pflanzenzellen und durch die Tätigkeit der anhaftenden Mikroorgamismen.[3]

Das Einsäuern in dem zweiten Gefäss ging ebenso gut wie in dem ersten von statten, und der Sauerstengel wurde Mitte März an einige Kühe verfüttert, die in einer Milchwirtschaft in der Nähe unserer Versuchsstation gehalten wurden. Sie frassen sehr gern und zögerten sogar nicht zwei bis drei Tage lang ausser dem Gefäss gehaltenes und dadurch etwas dunkel gewordenes Futter zu nehmen. Man bemerkte dabei keine ungünstige Wirkung des Sauerstengels auf die Qualität der Milch.

Obzwar diese Untersuchungen in zu kleinem Massstabe geführt wurden, zeigen die Ergebnisse doch deutlich, dass das Einsäuern für die Verwertung des Süsskartoffelstengels als Futtermittel sehr gute Dienste leisten kann. Es wurde daher nun sehr wünschenswert, das Einmieten in den landwirtschaftlichen Zwecken entsprechenden Gruben zu versuchen, worüber ich endlich im Winter 1912 einen Versuch angestellt habe.

---

1) The Digestibility of American Feeding Stuffs, 1900; p. 95–97.

2) Landw. Versuchsstationen, 1911. Bd. 74, S. 323.

3) *O. Kellner*, Die Ernährung der landw. Nutztiere, 4 Auflage, S. 222; *A. Morgen, C. Beger* u. *F. Westhausser*, landw. Versuchsstationen 1911, Bd. 75, S. 321—348.

III. UBER DAS EINMIETEN VON SÜSSKARTOFFEL-STENGELN IN GRUBEN.

Eine tiefe cylinderförmige Grube wurde in unserer Versuchsstation ausgegraben. Da die Oberschicht der Grubenwand etwa 0.6 m tief aus Humus enthaltendem leichten Lehm besteht, die untere Schicht hingegen aus Tonerde (Diluvium), so wurde die innere Seite gänzlich so dick und fest mit steifem Ton bekleidet, dass weder Pflanzensäfte noch Bodenwasser leicht die Wand durchdringen konnten. Der Durchmesser des inneren Raumes betrug im Durchschnitt ca. 1.26 m von der Mündung bis zu ca. 1.20 m Tiefe. Die Bodenfläche in 1.80 m Tiefe mass 1.19 m im Durchmesser. Das Fassungsvermögen war über 22 Hektoliter.

Das Einbringen der Süsskartoffelstengel in die Grube begann am 28. Oktober. Am ersten Tage wurden 620 kg, am nächsten 834 kg kurz geschnittener Stengel eingefüllt, indem die Masse von drei Arbeitern stets mit den Füssen fest getreten wurde. Am dritten Tage, am 1. November, wurde die Grube so weit mit Stengeln gefüllt, dass dieselben die Bodenfläche noch etwa 0,60 m überragten. Die eingestampfte Masse betrug genau 1912 kg und dieselbe wurde schliesslich mit einem Holzdeckel bedeckt, der durch mit Kieselsteinen gefüllte Kisten im Gewicht von ca. 600 kg beschwert wurde. Über der Grube wurde noch ein Dach aus Stroh hergestellt, um den Eintritt des Regenwassers zu verhindern.

Während des Füllens der Grube wurden gleichzeitig noch 31 kg Lufttrockenstengel aus 248 kg des gleichen grünen Materials hergestellt, um deren Nährwert mit dem des Sauerstengels zu vergleichen.

Die Masse in der Grube zog sich nach und nach zusammen und senkte sich so weit, dass der Deckel schon nach acht Tagen der Erdfläche gerade eben war und endlich nach drei ein halb Monaten ca. 0.50 m tiefer als der Rand der Grube lag.

Die Grube wurde Mitte März des folgenden Jahres geöffnet. Unter der obersten sehr dünnen Schicht erschienen gleich die sehr angenehm riechenden Stengel. Jedoch war eine kleine Masse im oberen Teil dunkelbraun und verschimmelt, welche sich im Zwischenraum zwischen dem

beschwerten Deckel und der Wandfläche der Grube befand und beswegen nicht genug komprimiert war. Sowohl diese verdorbenen als auch die nur durch die Tonerde der Wandfläche beschmutzten Stengel wurden beiseite gelegt und gewogen. In dieser Weise wurden die Mengen des unbrauchbaren uud guterhaltenen Materials genau bestimmt.

Die Menge der in die Grube eingeführten frischen Stengel betrug 1912 kg mit einem Wassergehalt von 88,80%, also 214 kg Trockensubstanz. Aus der Grube wurden insgesamt 1365 kg geholt, wovon 1280 kg gutes Futter mit Trockensubstanz von 15.3% und 86 kg unverwendbares mit 17.5% Trockensubstanz war. Das macht 6% des Sauerfutters aus, was allerdings nicht als grösserer Verlust zu betrachten ist.

Um für die Ausnützungsversuche ein gutes Durchschnittsmaterial zu gewinnen, wurde Sauerfutter von verschiedenen Stellen der Grube entnommen und sofort in einem Krug von zwei Hektoliter Inhalt stark eingestampft. Der Krug wurde während der Versuche an einem kalten Platz stehen gelassen, indem dabei eine starke Pressung angewandt wurde.

Die Anordnung der Versuche war dieselbe wie bei den vorhergehenden. Hammel I. frass mit guter Fresslust täglich 2 kg Sauerfutter aus, während Hammel II. dasselbe anfangs sehr hartnäckig verweigerte, bald jedoch verzehrte er die ganze Versuchsdauer hindurch 1.7 kg ohne Rest.

Die Futterration und Kotmenge in drei Versuchsperioden mit Heu- und den beiden Stengelfuttern ergaben folgende Zahlen:

III. Versuchsreihe

		Trockensubstanz %	Kot frisch g	Kot trocken g
VIII. Periode				
Hammel I.	800 g Dürrheu	88 84	773.7	326.3
„ II.	„	„		325.5
IX. Periode				
Hammel I.	300 g Dürrheu	89.85	550.1	277.6
	2000 „ Sauerstengel	15.01		
„ II.	300 „ Dürrheu	89.85	459.3	241.1
	1700 „ Sauerstengel	15.01		

			Trockensubstanz %	Kot frisch g	Kot trocken g
X. Periode					
Hammel I.	400 g Dürrheu		89.85	776.7	333.8
	400 g Lufttrockenstengel		87.85		
„ II.	dieselben wie Hammel I.			730.6	324.3

Die chemische Untersuchung der drei Futtermittel sowie der Kotproben ergab folgende auf Trockensubstanz berechnete Werte:

	Organ. Substanz	Rohprotein	N-freie Extraktstoffe	Rohfett	Rohfaser	Eiweiss
Dürrheu	87.50	10.02	46.99	2.17	28.32	9.53
Sauerstengel	88.11	11.81	42.98	5.03	28.29	9.80
Lufttrockenstengel ...	88.11	11.22	43.69	3.90	29.30	10.38
Kot.						
Periode VIII.						
Hammel I.	78.83	10.17	42.01	2.40	24.16	
„ II.	77.55	9.84	41.26	2.43	24.02	
Periode IX.						
Hammel I.	80.76	12.07	39.38	2.93	26.37	
„ II.	81.06	12.17	39.22	2.87	26.37	
Periode X.						
Hammel I.	81.11	12.08	40.43	2.95	25.65	
„ II.	81.10	11.86	41.50	2.03	24.80	

Die Verdauungskoeffizienten der drei Futtermittel sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

(Siehe die Tabelle auf S.66 u.67)

Die Versuche gingen durchweg befriedigend glatt, indem die Verdauungskoeffizienten für die einzelnen Bestandteile in allen Versuchsabschnitten sehr gut übereinstimmten.

	Trocken-Substanz g	Organische Substanz g	Roh-protein g	N-freie Ex-traktstoffe g	Rohfett g	Rohfaser g
PERIODE VIII.						
Hammel I. (Gewicht 43.5 kg)						
800 g Dürrheu	710.7	621.9	71.2	334.0	15.4	201.3
Im Kot	326.3	257.2	33.2	137.1	7.8	78.8
Verdaut im Ganzen:	384.4	364.7	38.0	196.9	7.6	122.5
„ in Prozenten:	54.1	58.6	53.4	59.0	49.4	60.9
Hammel II. (Gewicht 34.5 kg)						
Gesamtverzehr wie Hammel I.	710.7	621.9	71.2	334.0	15.4	201.3
Im Kot	325.5	252.4	32.0	134.3	7.9	78.2
Verdaut im Ganzen:	385.2	369.5	39.2	199.7	7.5	123.1
„ in Prozenten:	54.2	59.4	55.1	59.8	48.7	61.2
Im Durchschnitt:	54.2	59.0	54.3	59.4	49.1	61.1
PERIODE IX.						
Hammel I. (Gewicht 43.5 kg)						
300 g Dürrheu	269.6	235.9	27.0	126.7	5.9	76.4
2000 g Sauerstengel	300.2	264.5	35.5	129.0	15.1	84.9
Gesamtverzehr:	569.8	500.4	62.5	255.7	21.0	161.3
Im Kot	277.6	224.2	33.5	109.3	8.1	73.2
Verdaut im Ganzen:	292.2	276.2	29.0	146.4	12.9	88.1
„ von Dürrheu:	145.9	138.2	14.4	74.8	2.9	46.5
Verdaut von den Sauerstengeln:	146.3	138.0	14.6	71.6	10.0	41.6
Verdaut in Prozenten:	48.7	52.2	41.1	55.5	66.2	49.0

	Trocken-Substanz g	Organische Substanz g	Roh-protein g	N-freie Ex-traktstoffe g	Rohfett g	Rohfaser g
Hammel II. (Gewicht 33.0 kg)						
300 g Dürrheu	269.6	235.9	23.0	126.7	5.9	76.4
1700 g Sauerstengel...	255.2	224.9	30.1	109.7	12.8	72.2
Gesamtverzehr:	524.8	460.8	57.1	236.4	18.7	148.6
Im Kot	241.1	195.4	29.3	94.6	6.9	64.6
Verdaut im Ganzen:	283.7	265.4	27.8	141.8	11.8	84.0
„ vom Dürrheu:	146.1	140.1	14.9	75.8	2.9	46.8
Verdaut von den Sauerstengeln:	137.6	125.3	12.9	66.0	8.9	37.2
Verdaut in Prozenten:	53.9	55.7	42.9	60.2	69.5	51.5
Im Durchschnitt:	**51.3**	**54.0**	**42.0**	**57.9**	**67.9**	**50.3**
PERIODE X.						
Hammel I. (Gewicht 43.0 kg)						
400 g Dürrheu	359.4	314.5	36.0	168.9	8.0	101.8
400 g Lufttrockenstengel	351.4	309.6	39.4	153.6	13.7	103.0
Gesamtverzehr:	710.8	624.1	75.4	322.4	21.7	204.8
Im Kot	333.8	270.7	40.3	135.0	9.8	85.6
Verdaut im Ganzen:	377.0	353.4	35.1	187.4	11.9	119.2
„ vom Dürrheu:	194.4	184.3	19.2	99.7	4.0	62.0
Verdaut von den Lufttrocken-stengeln:	182.6	169.1	15.9	87.7	7.9	57.2
Verdaut in Prozenten:	52.0	54.6	40.4	57.1	57.7	55.5
Hammel II. (Gewicht 35.0 kg)						
Gesamtverzehr wie Hammel I..	710.8	624.1	75.4	322.4	21.7	204.8
Im Kot	324.3	263.0	38.5	134.9	9.5	80.4
Verdaut im Ganzen:	386.5	361.1	36.9	187.8	12.2	124.4
„ vom Dürrheu:	194.8	186.8	19.8	101.0	3.9	62.3
Verdaut von den Lufttrocken-stengeln:	191.7	174.3	17.1	86.8	8.3	62.1
Verdautin Prozenten:	54.6	56.3	43.4	56.5	60.6	60.3
Im Durchschnitt:	**53.3**	**55.5**	**41.9**	**56.8**	**59.2**	**57.9**

Um bei der Vergleichung der zwei Sorten Stengel einen besseren Überblick gewinnen zu können, habe ich in nachstehender Tabelle einfach die rohe und verdauliche Nährstoffmenge in der Trockensubstanz zusammengestellt:

	Lufttrockenstengel			Sauerstengel		
	Rohnährstoffe	Verdauungskoeff.	Verdl. Nährstoffe	Rohnährstoffe	Verdauungskoeff.	Verdl. Nährstoffe
	%	%	%	%	%	%
Organische Substanz.	88.11	55.5	48.80	88.11	54.0	47.6
Rohprotein	11.22	41.9	4.7	11.81	42.0	5.0
N-freie Extraktstoffe.	43.69	56.8	24.8	42.98	57.9	24.9
Rohfett	3.90	59.2	2.3	5.03	67.9	3.4
Rohfaser	28.30	57.9	17.0	28.20	50.3	14.2
Eiweiss	10.38		3.9	9.80		3.0
Amide	0.84			2.01		

Die vorstehenden Zahlen zeigen, dass bei der Einsäuerung in der Erdgrube die verdaulichen Nährstoffe der Stengel keine starke Einbusse erlitten haben.

Ich fasse nun die Versuchsergebnisse folgendermassen zusammen:

Die Stengel und Blätter der Süsskartoffel sind im frischen Zustande ein sehr wässeriges, seiner Zusammensetzung nach den Rübenblättern ähnliches Futter, das aber nicht Oxalsäure, sondern etwas Gerbsäure enthält.

Der Lufttrockenstengel, der besonders seines feinen Aromas wegen von den Tieren gierig aufgezehrt wird, kommt seinem Nährwert nach einem Dürrheu von mittlerer Güte beinah gleich,—wenigstens muss er unter unseren japanischen Rauhfutterarten als ein solches von sehr guter Sorte bezeichnet werden. Es ist daher sehr wünschenswert, die Stengel nicht als blossen Ballast zu betrachten, sondern als gutes Rauhfutter möglichst viel in frischem und lufttrockenem Zustande zu verwerten.

Wenn die Herstellung der Lufttrockenstengel dem Landwirt wegen der ungünstigen klimatischen Verhältnisse oder wegen der zeitraubenden Beanspruchung eines grösseren Platzes unmöglich ist, so ist es ratsam, die Stengel einzumieten.

Die Sauerstengel können einfach sowohl in kleinen Gefässen als auch in grösseren Gruben hergestellt werden, indem man dabei durch starke Pressung aus der eingestampften Masse die Luft möglichst gut ausschliessen muss.

Bei der Einsäuerung ist in beiden Versuchen kein bedeutender Verlust an Nährstoffen der Stengel entstanden, trotzdem ein Teil des Eiweisses in nicht proteinartige Substanz übergeführt wurde.

Wenn die Durchschnittszahlen für die Nährstoffmenge in frischen und lufttrockenen Stengeln aus den dreijährigen Versuchen, sowie dieselben für Sauerstengel aus den zwei letzen Versuchen berechnet werden, so ergeben sich folgende Zahlen:—

	Frische Stengel[1]		Luftrocken-stengel		Sauerstengel	
	Roh-nährstoffe %	Verdaul. Nährstoffe %	Roh-nährstoffe %	Verdaul. Nährstoffe %	Roh-nährstoffe %	Verdaul. Nahrstoffe %
Wasser	88.5		12.5		87.0	
Asche	1.4		10.3		1.6	
Rohprotein	1.4	0.6	10.6	4.6	1.6	0.7
N-freie Extraktsoffe.	5.0	3.0	38.3	23.0	5.6	3.4
Rohfett	0.4	0.2	3.1	1.7	0.6	0.4
Rohfäser	3.3	1.9	25.2	14.4	3.6	2.1
Eiweiss	1.3	0.5	9.7	3.8	1.4	0.4
Stärkewert		4.8		29.6		5.7[2]

1) Bei der Berechnung der Nährstoffmengen von frischen Stengeln wurden die für Lufttrockenstengel ermittelten Werte verwendet.

2) Der Stärkewert des Sauerstengels war nach der für Grünfutter angegebenen Weise berechnet.

ANHANG.

I. VERSUCHSREIHE.

Periode I. Grundfutter.

Datum:	Hammel I.			Hammel II.		
	Tränkwasser-konsum ccm	Kot frisch g	Kot trocken g	Tränkwasser-konsum ccm	Kot frisch g	Kot trocken g
1908 5. November	1240	510.0	284.6	1420	596.0	283.0
6. „	1100	483.0	253.8	1360	702.0	320.6
7. „	1520	495.0	268.6	1740	603.0	303.0
8. „	1340	542.0	291.7	1120	619.0	296.5
9. „	600	555.0	293.7	1220	624.0	293.3
10. „	1100	531.0	284.6	1340	614.0	293.2
11. „	1040	585.0	300.7	1340	653.5	301.4
12. „	1420	487.0	255.9	1680	671.0	317.1
13. „	610	480.0	262.6	1210	588.5	285.0
14. „	1300	538.0	288.9	1160	584.0	288.9
Im Mittel:	1127	520.6	278.5	1359	625.5	298.2

Periode II. Lufttrockenstengel.

1908 21. November	790	486.0	266.5	1260	546.0	272.3
22. „	380	490.0	267.9	1090	630.0	311.6
23. „	600	558.0	309.3	1140	629.0	318.6
24. „	1200	613.0	326.3	1000	675.0	323.9
25. „	1030	528.0	293.5	1250	637.0	305.4
26. „	1370	520.5	283.1	1740	569.8	286.3
27. „	940	610.0	335.4	1140	577.0	300.4
28. „	400	453.0	246.2	680	562.0	296.4
29. „	1000	545.0	305.2	1130	470.0	266.6
30. „	1180	552.0	297.9	1700	560.0	290.6
Im Mittel:	889	535.6	293.1	1213	585.6	297.2

Periode III. Getrocknete Stengel.

Datum:	Hammel I.			Hammel II.		
	Tränkwasser-konsum ccm	Kot frisch g	Kot trocken g	Tränkwasser-konsum ccm	Kot frisch g	Kot trocken g
1908 7. December	1200	545.0	295.9	1260	537.0	286.2
8. „	1800	547.0	284.9	1600	557.0	281.5
9. „	100	565.0	298.3	300	617.5	328.2
10. „	380	590.0	286.3	1550	582.0	297.9
11. „	1020	643.0	308.9	960	615.0	308.8
12. „	1100	597.0	300.0	1060	519.0	267.9
13. „	680	606.5	308.2	1080	544.0	284.3
14. „	980	535.0	273.2	830	620.0	317.3
15. „	1320	510.0	256.3	1540	560.0	282.1
16. „	1590	500.0	270.4	1600	581.0	290.6
Im Mittel	1017	563.9	288.2	1178	573.3	294.5

Periode IV. Sauerstengel.

1909 23. März	20	398.5	211.4	100	400.0	211.6
24. „	680	459.0	245.3	178	439.5	237.6
25. „	645	486.0	243.5	1120	473.5	226.3
26. „	50	416.0	208.3	780	511.0	240.6
27. „	810	463.0	231.5	1430	469.0	227.3
28. „	20	525.0	268.7	1300	523.0	251.1
29. „	330	433.5	227.8	1280	498.0	245.1
30. „	10	430.0	230.5	1490	508.5	254.2
31. „	280	413.0	222.0	990	513.0	261.9
1. April	210	471.0	251.7	870	458.0	235.2
Im Mittel	306	449.5	234.1	954	479.4	239.1

II. VERSUCHSREIHE.

Periode V. Grundfutter.

Datum:	Hammel I.			Hammel II.		
	Tränkwasser-konsum ccm	Kot frisch g	Kot trocken g	Tränkwasser-konsum ccm	Kot frisch g	Kot trocken g
1912 1. Februar	1200	604.0	265.8	1240	809.0	269.0
2. „	1100	664.5	298.1	1350	860.0	275.8
3. „	1820	664.5	294.9	1740	883.5	287.4
4. „	1340	714.0	317.5	600	961.0	295.9
5. „	650	645.5	286.3	1130	900.0	274.7
6. „	1120	710.5	327.3	1320	842.0	265.3
7. „	1030	674.0	297.8	1680	728.5	248.8
8. „	1420	735.0	309.4	840	839.0	271.3
9. „	460	734.0	310.6	1160	848.0	279.3
10. „	1300	765.0	306.9	1050	940.0	300.3
Im Mittel:	1144	691.1	301.5	1211	861.1	276.8

Periode VI. Sauerstengel.

1912 24. Februar	20	1151.0	326.3	100	923.0	243.5
25. „	680	1040.0	317.5	178	962.2	244.1
26. „	645	823.0	269.2	1120	872.0	230.6
27. „	50	825.0	262.3	780	690.0	203.7
28. „	810	825.0	268.4	830	568.2	198.5
29. „	20	713.3	253.6	1300	674.0	218.4
1. März	330	706.0	264.8	380	628.5	217.6
2. „	10	623.0	263.1	890	560.0	212.0
3. „	280	624.0	285.5	690	497.0	205.8
4. „	210	630.0	287.0	870	560.0	216.2
Im Mittel	306	796.0	279.8	714	693.5	219.0

Periode VII. Lufttrockenstengel.

Datum:	Hammel I.			Hammel II.		
	Tränkwasser-konsum ccm	Kot frisch g	Kot trocken g	Tränkwasser-konsum ccm	Kot frisch g	Kot trocken g
1912						
11. März	1060	619.0	319.6	1130	662.0	279.5
12. „	1380	621.0	311.5	1050	690.0	284.5
13. „	1430	570.0	283.8	1760	720.0	285.9
14. „	930	605.0	309.5	770	652.0	272.5
15. „	680	640.6	326.6	1120	635.0	265.2
16. „	380	610.0	306.2	1080	626.0	268.4
17. „	910	565.0	292.3	1250	550.0	260.8
18. „	1030	560.0	290.8	1080	535.0	268.3
19. „	630	594.0	313.1	990	532.0	265.0
20. „	820	630.0	327.0	1320	536.0	280.0
Im Mittel:	925	601.5	308.0	1155	611.3	273.0

III. VERSUCHSREIHE.

Periode VIII. Grundfutter.

Datum:	Hammel I:			Hammel II:		
	Tränkwasser-konsum ccm	Kot frisch g	Kot trocken g	Tränkwasser-konsum ccm	Kot frisch g	Kot trocken g
1913						
24. Februar	950	605.5	281.2	760	710.0	303.0
25. „	1420	700.0	329.0	1080	714.0	295.9
26. „	1190	682.5	298.8	1430	784.5	341.5
27. „	1440	750.0	338.7	950	765.0	328.1
28. „	1100	714.0	314.0	1240	695.5	306.1
1. März	1650	752.0	333.8	1400	754.0	328.3
2. „	1300	855.5	378.9	830	784.0	336.6
3. „	1160	767.0	331.9	950	900.5	351.7
4. „	1430	699.0	322.2	1420	829.5	330.1
5. „	1100	809.5	334.1	1230	800.5	333.9
Im Mittel:	1274	733.5	326.3	1129	774.2	325.5

Periode IX. Sauerstengel

Datum:	Hammel I.			Hammel II.		
	Tränkwasser-konsum ccm	Kot frisch g	Kot trocken g	Tränkwasser-konsum ccm	Kot frisch g	Kot trocken g
1913						
13. März	100	618.0	305.7	600	482.5	249.3
14. „	50	530.0	280.8	60	410.6	235.1
15. „	80	519.0	270.3	510	483.0	249.0
16. „	20	516.0	264.8	580	476.0	235.3
17. „	50	550.5	281.1	20	490.0	245.1
18. „	0	578.0	289.2	400	485.5	244.7
19. „	30	540.0	265.0	860	508.0	247.2
20. „	50	550.5	260.0	130	438.5	230.9
21. „	55	555.0	283.0	450	514.0	240.1
22. „	40	544.0	276.3	340	470.0	234.0
Im Mittel:	48	550.1	277.6	395	475.8	241.1

Periode X. Lufttrockenstengel

1913						
30. März	1730	744.5	315.0	1240	676.5	311.4
31. „	1900	783.5	332.6	1460	665.0	326.0
1. April	2260	742.0	306.5	1950	665.0	330.6
2. „	1660	735.0	335.1	1950	638.0	322.4
3. „	1780	839.5	362.0	1620	663.5	328.1
4. „	1995	771.0	346.9	1997	679.0	303.1
5. „	2040	792.5	334.9	1660	681.0	338.3
6. „	2520	795.0	345.6	1870	658.0	309.8
7. „	1950	770.5	313.8	1900	718.0	335.9
8. „	1730	794.0	345.9	1640	662.5	337.8
Im Mittel:	1956	776.8	333.8	1733	670.7	324.3

Investigations on the Manufacture of Tea.

By

S. SAWAMURA.

I. EFFECT OF STEAMING ON THE ACTIVITY OF THE ENZYMES OF TEA LEAVES.

In green tea leaves there are abundant oxydizing enzymes present. Wherefore *Mann* in India holds the opinion that oxydizing enzyme is one of the factors which determine the quality of tea. In the manufacture of green tea, however, the oxydizing enzyme of tea leaves is killed by steaming, in order to retain the green color of tea leaves, which would be destroyed by the activity of the enzymes. The author[1] found in another investigation that the formation of a special aroma of manufactured tea, which takes place usually during the rolling of tea leaves, is due to the action of a certain enzyme on a certain compound of tea leaf. Hence if steaming kills all the enzymes of tea leaves the production of aroma may be more or less hindered.

In 1909 I tried to discover whether all the enzymes of the leaves lose activity by steaming in the usual manner. In these trials green leaves were steamed in the customary way, for 30 seconds, 50 seconds and one minute respectively, and the steamed as well as the unsteamed leaves were crushed and extracted with 40% alcohol. The extracts were precipitated with ether-alcohol and filtered. The precipitates were washed with alcohol and again dissolved in water. The solution gave no reaction with Fe_2Cl_6, proving the absence of tannin. Oxydising

1) Bulletin of Imp. Centr. Agric. Exp-Station. Vol. I., No. 2, p. 151.

enzymes were tested with guajak tincture, and guajacol and H_2O_2, by which the solution obtained from unsteamed leaves showed the characteristic reaction, while the steamed did not. Steaming for 30 seconds killed the oxydizing enzymes completely. In another trial tea leaves steamed for 20 seconds were tested for the presence of oxydases, and a faint reaction was observed. From these facts we know that the oxydizing enzymes of tea leaves lose activity when they are steamed even only for 30 seconds.

I tried then to see whether enzymes other than oxydase lose activity by steaming for a short time. Preliminarily I detected diastase in tea leaf by the following method. Green tea leaves were crushed in a mortar and extracted with 40% alcohol. To the extract ether-alcohol was added, and the precipitate thereby formed was washed and again dissolved in water. In this solution tannin was removed by hide powder, and putrefaction was prevented by the addition of thymol. It was filtered, and to the filtrate which gave no reaction with Fe_2Cl_6 and did not reduce Fehling's solution, some boiled starch and thymol were added, and the solution, after having been kept at 40°C for 4 days, reduced Fehling's solution considerably. We confirmed by this trial that diastase of tea leaves can be detected in this manner.

The tea leaves steamed for 30 seconds, after which the oxydases were completely killed, reduced also Fehling's solution when treated in the same manner. Hence we know that oxydases are much more sensitive than other enzymes such as diastase, and it is highly probable that some enzymatic actions take place in the first stage of rolling tea leaves, and the production of a fine aroma is due to them. In practice, therefore, the steaming of tea leaves must be so regulated as to kill only the oxydizing enzymes but not to hurt other enzymes.

II. EFFECT OF ROLLING ON THE SOLUBILITY OF TEA.

Whether the object of rolling tea leaves in the manufacture of green tea is to give tea a fine shape or to press out the juice in order to

accelerate the dessication of the leaves, or to break the cells in order to increase solubility, is as far as I know, not yet decided. According to the investigation of *Dr. Kozai*[1] the solubility of green tea was little increased by the manipulation, but *Rombe* and *Roman's* experiment[2] showed on the contrary the decrease of soluble tannin and thein.

To settle this question I made an experiment in 1905, in which fresh tea leaves, picked at a sheltered tea garden, were divided into three parts and one of them was steamed and dried without rolling, which served as control, the second part was prepared into green tea (*Gyokuro*), and the third part into *Tencha*, which is usnally prepared without rolling the leaves. The infusion of these three kinds of tea was ound to be as follows :—

	Control	*Tencha*	*Gyokuro*
Colour	light	deeper	deepest
Flavour	weak	stronger	strongest
Taste	faint	good	best

The reaction of the infusion with Fe_2Cl_6 was not the same in the three kinds; that of *Gyokuro* produced a deep black colour, while control and *Tencha* showed a very faint black colour. The solubility of tea was determined as follows :—

400 cc. of boiling water were poured on 10 gr. of the powdered sample which had been kept at 100°C for an hour. It was filtered after leaving it to stand for 5 minutes and washed on the filter with 100 cc. of boiling water, and the soluble matters were estimated in it.

The Composition of the control tea was as follows :—

In 100 pts. of air dry substance

Water 6.215

In 100 pts. of dry substance

Crude protein 41.984

Albuminoids 28.252

1) Bulletin of College of Agriculture and Dendrology No. 7.

2) *König.* Chemie der Nahrungs-und Genussmittel B. II.

Ethereal extract	9.042
Crude fiber	12.012
Nitrogen free extract	14.101
Thein	3.529
Tannin	15.968
Crude ash...	6.883
Total nitrogen...	6.717
Albuminous nitrogen	4.520
Thein nitrogen...	0.934
Amide nitrogen	1.263

The soluble constituents of the three samples were as follows:—

In 100 pts. of dry matters

	Control	*Tencha*	*Gyokuro*
Dry matter... ...	34.057	34.130	33.862
Tannin	7.083	6.939	6.477
Thein	3.124	2.996	3.088
Ash	5.249	5.373	5.197

According to these results *Gyokuro*, which was prepared by rolling the leaves, showed no greater solubility than the other two. Soluble tannin decreased in *Gyokuro*, probably in consequence of oxydation during the rolling.

In the other experiment I determined the solubility of three samples in a different manner. 10 gr. of whole, not powdered sample were put in a beaker and after keeping it at 100°C for an hour, 200 cc. of boiling water were poured on and filtered through glass wool, after leaving it to stand for 5 minutes. In the filtrate dry substance, crude protein, tannin, thein and ash were estimated. They were as follows:—

In 100 pts. of air dry substance

	Control	*Tencha*	*Gyokuro*
Water...	8.375	7.953	7.638

In 100 pts of dry matter there were soluble

Dry matter... ...	16.076	21.190	29.233
Nitrogen	1.885	2.141	2.313

Tannin	0.659	1.312	5.492
Thein	1.975	2.243	2.804
Ash	3.405	4.411	4.385

In 100 pts. of each constituent there were soluble

Dry matter... ...	17.545	23.021	31.656
Nitrogen	28.068	31.869	34.427
Tannin	4.127	8.216	34.374
Thein	55.965	63.559	79.453
Ash	49.750	64.083	63.708

The increase of solubility compared with the control was found to be as follows:—

	Tencha	*Gyokuro*
Dry matter	5.476	14.111
Nitrogen	3.801	6.359
Tannin	4.089	30.247
Thein	7.594	23.488
Ash	14.333	13.958

We see that, when the whole, not powdered samples were used, there was a greater increase of solubility in the rolled leaves. Hence we may conclude that the rolling of tea leaves has the effect of increasing easily soluble matter by crushing the cells and pressing out the juice and making it dry on the surface of the leaves.

A second experiment on the same subject was carried on in 1906 with tea leaves picked in an unsheltered tea garden. The leaves were divided into two parts and one part was dried after steaming and served as control, and the other part prepared into green tea.

The infusion of the two samples was found to be as follows:—

	Control	Green Tea.
Colour	light	common
Flavour	nearly null	good
Taste	faint	good

The composition of the original leaves was found to be as follows:—

In 100 pts. of air dry substance

Water	6.008

In 100 pts. of dry substance

Crude protein	33.209
Ethereal extract	25.656
Tannin	18.889
Thein	3.266
Ash	5.719
Soluble matter	44.525
Total nitrogen	5.313
Thein nitrogen	0.864

The solubility which was determined in whole, not powdered samples, was found to be as follows:—

In 100 pts. of dry substance

	Control	Green Tea
Dry matter	9.879	26.692
Nitrogen	0.969	1.410
Tannin	4.883	12.802
Thein	1.995	2.136
Ash	1.383	3.077

In 100 pts of each constituent there were soluble

	Control	Green tea	Increase in green tea
Dry matter	22.119	59.948	37.829
Nitrogen	18.227	26.531	8.304
Tannin	25.850	67.778	41.928
Thein	61.074	65.403	4.329
Ash	24.186	53.811	29.625

The result of these trials agreed with that of the former one, showing the increase of solubility in the rolled leaves. Hence we may conclude that the chief effect of rolling tea leaves is the increase of easy

solubility of the constituents. The dessication of the leaves will also be accelerated by rolling and pressing out the juice from the interior of the cells. From these facts we are justified in testing tea-infusions by taking the whole leaf, not the powdered sample, and infusing it for only a few minutes. Total solubility as determined by the usual method is not of much use for practical purposes.

III. THE EFFECT OF FIRING ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF TEA.

Green tea as well as black tea are usually refired some days after the manufacture. By refiring the flavour is much improved, but the infusion becomes usually darker in colour. In 1908 and 1909 I made some investigations on the effect of refiring on the quality and composition of tea. I kept green tea and black tea respectively at various temperatures for one hour and then analyzed. Tannin was estimated by *Löwenthal's* method and thein by *Mulder's* method. Solubility was determined by infusing 2 gr. of whole tea leaves in 400 cc. of distilled water for 2 hours, and after 100 cc. of water had been added it was filtered. The temperature used for firing, the colour and flavour of the infusion and the colour of the infused leaves were found to be as follows:—

1908

1. Green tea.

No.	Temperature	Colour	Flavour	Colour of the infused leaves
1	Control (not fired)	little lighter than No. 3	weaker than No. 2	greenish yellow
2	61°C	nearly same as No. 3	best	
3	82°C	best	little too strong	
4	101°C	rather red		little reddish
5	123°C	more reddish than No. 4	bad smell	reddish
6	140°C	more reddish than No. 5		
7	160°C	reddish		blackish brown

2. Black tea.

1	Control (not fired)	lighter than No. 2	weaker than No. 2	brown
2	62°C	lighter than No. 5	weaker than No. 3	
3	81°C	lighter than No. 1	best	
4	101°C	lighter than No. 3		
5	119°C	most reddish	bad smell	blackish brown
6	141°C	lighter than No. 4		
7	156°C	lighter than No. 6		

1909

1. Green tea.

No.	Temperature	Colour of infusion	Aroma of infusion	Taste of infusion	Colour of the infused leaves
1	Control (not fired)	faint	weak	weak	
2	60°C	best	„	astringent	usual
3	70°C	lighter than No. 4	best	good	usual
4	80°C	lighter than No. 2	good	best	usual
5	90°C	reddish	bad	bitter	usual
6	100°C	worst	bad	most bitter	little burnt

2. Black tea.

1	Control (not fired)	not clear	faint	weak	
2	60°C	light	faint	good	usual
3	70°C	light	best	best	usual
4	80°C	best	weaker than No. 3		usual
5	90°C	worse than No. 4	bad	bad	blackish
6	100°C	blackish	bad	bad	blackish

The chief constituents of the tea were found to be as follows:—

1908

No.	Temperature	In 100 pts. of air dry substance water	In 100 pts. of dry substance Tannin	Thein	Solubility	Soluble tannin	Soluble thein
			1. Green tea				
1	Control (not fired)	5.228	15.690	3.210	37.458	11.724	2.506
2	61°C	4.633	—	—	36.786	11.906	2.600
3	82°C	3.158	—	—	35.417	117.85	2.601
4	101°C	1.383	14.602	3.101	35.553	11.688	2.444
5	123°C	2.045	—	—	37.364	11.096	2.455
6	140°C	2.453	—	—	35.162	10.400	2.287
7	160°C	3.005	13.248	3.098	29.898	6.470	2.317
			2. Black tea				
1	Control (not fired)	3.445	8.575	3.075	27.393	4.045	2.518
2	62°C	3.985	—	—	27.027	4.151	2.676
3	81°C	3.703	—	—	27.415	4.390	2.290
4	101°C	2.293	7.247	3.130	27.020	4.450	2.705
5	119°C	4.875	—	—	26.281	3.682	2.477
6	141°C	2.230	—	—	24.957	2.594	2.443
7	156°C	1.460	5.797	3.135	22.757	1.961	2.500

1909

No.	Temperature	In 100 pts. of air dry substance water	In 100 pts of dry substance				
			Tannin	Thein	Solubility	Soluble tannin	Soluble thein
			1. Green tea.				
1	Control (not fired)	5.157	15.857	3.077	37.557	11.621	2.191
2	60°C	4.512	15.844	3.134	37.252	11.883	2.425
3	70°C	3.903	—	—	37.463	11.936	2.483
4	80°C	3.168	15.418	3.209	36.455	11.711	2.536
5	90°C	2.105	—	—	35.569	11.236	2.442
6	100°C	1.844	14.586	3.061	24.666	11.451	2.487
			2. Black tea.				
1	Control (not fired)	6.320	8.484	3.165	27.556	3.917	2.348
2	60°C	4.541	8.632	3.163	27.137	3.844	2.456
3	70°C	3.574	—	—	27.378	3.955	2.403
4	80°C	3.218	7.402	3.147	27.098	3.979	2.407
5	90°C	2.271	—	—	26.727	3.479	2.221
6	100°C	2.049	7.093	3.046	26.475	3.283	2.200

From these results we may conclude that green tea is improved in quality by being fired at 70°C for one hour, a temperature higher than 70°C spoils both the flavour and colour. The optimum temperature for firing black tea lies a little higher than for green tea; viz. 80°C, and like green tea a higher temperature spoils the flavour and colour. By refiring tannin and thein decrease more or less, probably the former being due to oxydation and the latter to volatilization. Solubility increases little when tea is not strongly heated, but when the temperature is high, the total soluble substance and tannin decrease remarkably. Therefore in firing tea the temperature must of course be properly applied. If it is too high the quality of tea is much deteriorated.

大正三年三月二十八日印刷
大正三年三月三十一日發行

農商務省農事試驗場
（東京西ヶ原）

印刷者　東京市京橋區築地三丁目十一番地
野村宗十郎

印刷所　東京市京橋區築地二丁目十七番地
株式會社 東京築地活版製造所

賣捌所　東京市赤坂區溜池町一丁目二番地
大日本農會

CONTENTS.

Page.

1. Über saure Mineralböden. ... ... By G. DAIKUHARA. 1

2. Über die Verwertung von Stengeln und Blättern der Süsskartoffelpflanze (Ipomea Batatas Lam.) als Futtermittel. ... ... By T. KATAYAMA. 41

3. Investigations on the Manufacture of Tea. ... By S. SAWAMURA. 75